

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ –  
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA**  
Hornicko-geologická fakulta  
Institut geoinformatiky

**GEOGRAFICKÁ ANALÝZA POTENCIÁLU  
ENERGETICKÉHO VYUŽITÍ BIOMASY  
V PODMÍNKÁCH OBCE**

diplomová práce

**Autor:**

Bc. Zdeněk Lébl

**Vedoucí diplomové práce:**

doc. Dr. Ing. Jiří Horák

Ostrava 2009

## Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Zdeněk Lébl**

Studijní program: N3646 Geodézie a kartografie

Studijní obor: 3602T002 Geoinformatika

Téma: **Geografická analýza potenciálu energetického využití biomasy v podmínkách obce**  
**Geographical Analysis of the Energy Potential of Biomass Exploitation for Municipality**

Zásady pro vypracování:

Úkoly:

- rešerše k pěstování energeticky využitelných plodin, podmínkách jejich pěstování, agrotechnické činnosti a jejich energetickým nárokům
- návrh metody výpočtu energetického potenciálu výroby a zpracování biomasy s využitím geografických faktorů, především velikosti ploch a přepravních vzdáleností,
- pilotní aplikace pro území vybrané obce
- tvorba odpovídajících výstupů

Seznam doporučené odborné literatury:

Burrough P., McDonnell A.: Principles of Geographical Information Systems. Oxford University Press 1998, 333 stran.

Tuček, J.: Geografické informační systémy. Principy a praxe. Praha, ComputerPress, 1998, 424 s., ISBN 80-7226-091-X.

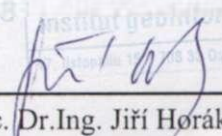
Voženílek, V.: Aplikovaná kartografie I. Tematické mapy. Olomouc, Univerzita Palackého, přírodovědecká fakulta, 2001, 1987 s., ISBN 80-244-0270-X

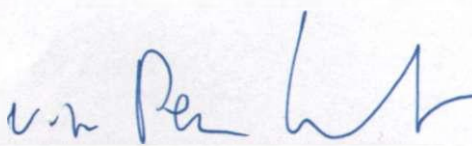
Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Dr.Ing. Jiří Horák**

Datum zadání: 31.10.2008

Datum odevzdání: 30.04.2009

  
doc. Dr.Ing. Jiří Horák  
vedoucí institutu

  
prof. Ing. Vladimír Slivka, CSc., Dr.h.c.  
děkan fakulty

## ***Prohlášení***

*- Celou diplomovou práci včetně příloh, jsem vypracoval(a) samostatně a uvedl(a) jsem všechny použité podklady a literaturu. Ve své práci jsem použil výpočet pro provedení odečtu energetických potenciálů sledovaných obcí na základě jejich blízkosti, vytvořený MSc. Bořkem Soukalem.*

*- Byl(a) jsem byl seznámen(a) s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.*

*- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).*

*- Souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé diplomové práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.*

*- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.*

*- Bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).*

*V Ostravě dne 18. 5. 2009*

*plné jméno autora  
Zdeněk Lébl*

*podpis autora*

## Summary

This thesis evaluates energy potential of biomass exploitation for municipality. Its main objective is to find existing or potential biomass sources in a selected territory, while implementing geographical analysis. This analysis is carried out by GIS which is furthermore used for evaluation of ecological suitability of the selected area for growing specific crops or usage of existing sources, while implementing other geographical factors, especially area size and length of transportation routes, what influences final energy potential.

In order to find this potential, calculation method based on collected available data was proposed. The method takes into account inputs for machinery production, service, usage and waste generation, biomass production, inputs and losses during its processing and transportation, and effectivity of energy utilization at the customer side.

Outcomes of the pilot area analysis were applied to its surroundings covering 102 municipalities. On the basis of energy potential size and traffic accessibility of each municipality, the most suitable alternative was selected to ensure effective usage of the energy potential.

**Keywords:** GIS, geographical analysis, renewable energy sources, biomass, energy potential, organic farming

## Anotace

Práce se zabývá hodnocením potenciálu energetického využití biomasy v podmínkách obce. Cílem je nalézt již existující, či potenciální zdroje biomasy vybraného území za použití geografické analýzy. Za tímto účelem je použit GIS, který je dále využit pro posouzení ekologické vhodnosti dané lokality pro pěstování konkrétních druhů plodin, či využití již existujících zdrojů za implementace dalších geografických faktorů, především velikosti ploch a přepravních vzdáleností, které ovlivňují konečný energetický potenciál.

Za účelem jeho nalezení byla na podkladě dostupných materiálů navržena metoda výpočtu energetického potenciálu biomasy zahrnující vstupy do výroby, údržby, provozu a likvidace strojních zařízení, produkci biomasy, náklady a ztráty z jejího zpracování a dopravy, a efektivitu konečného využití u spotřebitele.

Výstupy z analýzy pilotního území byly poté aplikovány na přilehlé okolí zahrnující 102 obcí a na základě velikosti energetického potenciálu a dopravní dostupnosti každé z nich byla vybrána nejvhodnější alternativa zajišťující jeho efektivní využití.

**Klíčová slova:** GIS, geografická analýza, obnovitelné zdroje energie, biomasa, energetický potenciál, ekologické zemědělství

## OBSAH

1.	Úvod .....	4
2.	Cíle práce .....	5
3.	Rámcový postup zpracování .....	6
4.	Využití GIS pro hodnocení energetického potenciálu území .....	9
4.1.	Práce využívající GIS pro hodnocení energetického potenciálu území .....	9
4.2.	Prostorové analýzy a další nástroje použité v této práci .....	10
5.	Biomasa a její energetický potenciál .....	12
5.1.	Charakteristika biomasy .....	12
5.2.	Energetický potenciál biomasy .....	13
6.	Problematika využívání biomasy v širších souvislostech .....	14
6.1.	Konvenční zemědělství .....	14
6.2.	Ekologické zemědělství a biodiverzita .....	15
6.3.	Konkurence ve využívání půdy .....	16
7.	Energetický potenciál rostlinné biomasy v ČR .....	17
7.1.	Energetický potenciál zemědělské biomasy .....	17
7.2.	Energetický potenciál využití dendromasy (Motlík a spol.) .....	18
8.	Energetická bilance pěstování biomasy .....	19
8.1.	Energetické náklady (dle Scholz 1998 a spol.) .....	19
8.2.	Energetické výnosy a ztráty .....	24
8.3.	Energetická bilance a energetický zisk .....	26
9.	Spotřeba energie a její efektivní využívání (dle Vonka 2003) .....	27
9.1.	Struktura energetické spotřeby v českých domácnostech .....	27
9.2.	Zefektivnění výroby energie (Beranovský 2007) .....	28
10.	Výběr pilotního území .....	30
10.1.	Charakteristika pilotního území .....	30
10.2.	Současný stav využívání energie .....	32
10.3.	Možnosti využívání obnovitelných zdrojů energie v obci .....	33
10.4.	Potenciál energetického využití biomasy katastru Žďárec .....	35
11.	Geografické zpracování vstupních dat .....	40
11.1.	Podklady a jejich příprava pro geografické zpracování .....	40
11.2.	Geografická databáze .....	43
12.	Databáze .....	44
12.1.	Databáze pro katastr Žďárec .....	44
13.	Geografická analýza energetického potenciálu biomasy .....	47
13.1.	Identifikace primárních zdrojů biomasy Žďárce a vytvoření vrstev geograficky dostupných ploch pro její získávání .....	47
13.2.	Identifikace dostupných ploch .....	48
13.3.	Energetické využití biomasy pro kulturní středisko obce (VARIANTA 1) .....	50
13.4.	Energetické využití biomasy pro zajištění energetických potřeb bytového fondu Žďárce (VARIANTA 2) .....	58
14.	Vyhodnocení variant .....	65
14.1.	Vyhodnocení varianty Varianta 1 .....	65
14.2.	Vyhodnocení varianty Varianta 2 .....	66
15.	Využití zbytkové plochy katastru Žďárec (VARIANTA 3) .....	71
15.1.	Zhodnocení energetického potenciálu plochy k dalšímu využití .....	71
15.2.	Export biomasy za hranice Žďárce .....	74
16.	Závěr .....	76
17.	Literatura .....	78

## Seznam zkratek

BPEJ	Bonitovaná půdně ekologická jednotka
CZT	Centrální zdroj tepla
ČSÚ	Český statistický úřad
DMT	Digitální model terénu
ESRI	Environmental Systems Research Institute, Inc.
EZ	Ekologické zemědělství
GIS	Geoinformační systémy
GJ	gigajoule
GW(h)	gigawatt(hodina)
GWP	Global Warming Potential
HPJ	Hlavní půdní jednotka
ha	hektar
JME	Jihomoravská energetika
KÚ	Katastrální území
kW(h)	kilowatt(hodina)
LV	List vlastnictví
MJ	megajoule
MW(h)	megawatt(hodina)
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
OPET	Organisations for the Promotion of Energy Technologies
OZE	Obnovitelné zdroje energie
PJ	petajoule
RRD	Rychle rostoucí dřeviny
TTP	Trvalý travní porost
TUV	Teplá užitková voda
URL	Uniform Resource Locator
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VÚMOP	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy
VÚKOZ	Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví
ZABAGED	Základní báze geografických dat
ZCHÚ	Zvláště chráněná území

## 1. Úvod

Větší využívání obnovitelných zdrojů energie je z hlediska delšího časového období pravděpodobně nevyhnutelné i žádoucí, jelikož fosilní paliva budou jednoho dne vyčerpána a využívání jaderné fúze pro výrobu energie nemusí dojít naplnění, nebo nebude vůbec energeticky efektivní

I kdyby však k němu došlo, bude se pravděpodobně jednat o nákladné centralizované projekty vedoucí k monopolizaci a k využívání dlouhé rozvodné sítě náchylné k energetickým ztrátám, tvořící nežádoucí liniové prvky a vytvářející závislost na omezeném množství výrobců energie, s čímž také souvisí bezpečnostní rizika strategického charakteru.

Náhrada centralizovaných a fosilních zdrojů zdroji decentralizovanými respektive obnovitelnými má přitom potenciál zvýšit zaměstnanost a podpořit rozvoj regionů.

Decentralizované malé zdroje snižují závislost regionální ekonomiky na jednom nebo několika málo sektorech, společnostech a provozech a přinášejí zaměstnanost i do menších obcí, jež jsou postiženy úpadkem zemědělství a dalších odvětví a následně i sektoru služeb a z toho vyplývající nutností místních občanů dojíždět každý den za prací/službami do větších sídel.

Finanční prostředky získané za prodanou energii neodtékají, ale zůstávají v obci a opět se vracejí do lokálního hospodářství.

Propočty MŽP za účelem zpracování Státní energetické koncepce ukazují, že pouze větrná energie, fotovoltaické elektrárny a zpracování biomasy by v roce 2010 při dostatečné účinné podpoře a využití mohly v roce 2010 zaměstnávat přes 45 000 lidí (cca 95 % připadá na biomasu), což je více než celá klasická elektroenergetika, těžba hnědého uhlí a distribuce elektřiny dohromady, a do roku 2030 nárůst na 78 000 zaměstnanců (Holub a spol. 2004).

Z hlediska zaměstnanosti je nejvýznamnějším zdrojem biomasa, která je vítaným zdrojem příjmů pro zemědělce, i pro majitele či správce lesů.

Cílené pěstování energetických plodin však s sebou přináší, na rozdíl od paliv fosilních, náklady na jejich produkci zahrnující pěstování, sklizeň, dopravu a další zpracování včetně sušení, homogenizace, peletizace, apod., což tento zdroj energie znevýhodňuje a můžeme se setkat s názory zpochybňujícími energetickou návratnost pěstování biomasy.

Tyto dodatečné náklady je třeba při energetické i ekonomické rozvaze brát v úvahu; je třeba však říci, že využívání fosilních paliv s sebou přináší značné druhotné náklady ve formě sanace vytěžených území, rekultivace skládek, přeložky liniových staveb, změnu osídlení atd.

Tato práce se za pomoci GIS snaží na příkladu vymezeného území, se svými specifickými podmínkami, zjistit, zda je využívání biomasy energeticky efektivní, a možné s přihlédnutím k dalším požadavkům na využití zemědělské půdy, zejména produkce potravin.

## 2. Cíle práce

Cílem práce je pomocí geografické analýzy nalézt již existující, či potenciální zdroje biomasy vybraného území pro zajištění energetických potřeb obce, či její části, a zhodnotit jejich energetickou bilanci a energetický potenciál, které jsou ovlivněny nejen výnosy pěstovaných plodin a energetickými náklady nutnými pro její zajištění, ale také ekologickými a sociálními faktory.

Za účelem nalezení optimálních možností využití energetického potenciálu obce s přihlédnutím k sociálním a ekologickým faktorům, bude zpracována literární rešerše k problematice pěstování biomasy a jejího energetického potenciálu v České republice a ve světě; dále také k přehledu technologií pro její zajištění a využití, použitelných v podmínkách ČR a v neposlední řadě o možnostech využití GIS a prostorových operacích vhodných pro analýzu energetického potenciálu území.

Na podkladě informací získaných z literárních pramenů a provedených analýz bude třeba posoudit vhodnost pěstovaných plodin pro vybranou lokalitu; zodpovědět na otázku, jak velký pozemek pro pěstování biomasy je potřeba na pokrytí energetických potřeb obce, či její části; jaký způsob jejího zpracování je vzhledem k místním podmínkám nejvýhodnější, jakou měrou ovlivňuje vzdálenost ke zdrojům biomasy a jejich plošná velikost spotřebu pohonných hmot, jaké jsou ztráty ze zpracování a z ušlé produkce z důvodu pojezdu po zemědělských plochách apod. Všechny tyto výsledky povedou ke zjištění energetické bilance jednotlivých druhů biomasy a celkového energetického potenciálu území.



### 3. Rámcový postup zpracování

Nosnou myšlenkou tohoto projektu je nalézt v obci zdroje biomasy, které lze využít přímo v místě či nejbližším okolí, za současné minimalizace energetických vstupů pro jejich pěstování, využitím dlouhodobě udržitelných technik hospodaření, vstupů pro kolekci, přepravu, zpracování i skladování, které v konečném důsledku ovlivňují energetický potenciál území obce.

Proto projekt nebude přihlížet, vyjma kategorií pozemků z katastrální mapy, k současnému, skutečnému, stavu využívání půdy k pěstování konkrétních plodin stále převažujícími technikami konvenčního zemědělství, ale k přírodním podmínkám dané lokality. Na jejich základě bude volit místa pro pěstování těch nejvhodnějších plodin tak, aby byly výnosy co nejvíce maximalizovány a náklady minimalizovány, a tudíž aby se dosáhlo, pokud možno, nejlepší energetické efektivity a to za podmínky využití ekologického zemědělství.

Lokalita obce není uzavřeným systémem, ale entitou interagující s okolím. Z toho důvodu nelze problematiku energetického využívání biomasy řešit pouze v lokálním měřítku, v obci, ale také, minimálně, s přihlédnutím k nejbližšímu okolí. Okolí obce může přinášet příležitosti v podobě vývozu energie do místa, kde lokální zdroje energie chybí, ale také omezení v případě nedostatku zdrojů (půdy), nejen pro energetické potřeby, ale zejména pro zajištění potravinových potřeb obyvatelstva.

Výměra půdy je na světě omezená a každý člověk má tedy někde tu "svoji" část, která má potenciál pokrýt určité omezené množství jeho potřeb. Účelem tohoto projektu je také zjistit, zda tato část dokáže v podmínkách ČR zajistit nejen potravinové potřeby člověka, ale také jeho spotřebu energie pro výrobu tepla a/či elektřiny.

Tyto, a další úkoly a hypotézy budou ověřeny na konkrétní obci a zjištění budou aplikována na její blízké okolí. Z toho důvodu bude jedna z variant řešení odproštěna od výměry dané územně-administrativními hranicemi. Výměra vybrané plochy půdy tedy nebude nutně zahrnovat celou plochu katastru obce, ale bude vybrána na základě počtu obyvatel katastru. Metodika zpracování bude poté aplikována na zbylé plochy, u jejichž energetického potenciálu bude zvážen vývoz za hranice území katastru obce do jejího nejbližšího okolí.

Pro zpracování této diplomové práce byla volba vhodné obce provedena po proběhnutých jednáních s krajským úřadem Vysočina a obecním úřadem v Novém Městě na Moravě. Předpokladem pro její výběr byla neexistence centrálního vytápění v obci. Zvolení obce Žďárec bylo umocněno skutečností nesouhlasu obyvatel s plynofikací obce, z důvodu obav z narůstajících cen zemního plynu.

Za účelem nalezení optimálních možností využití energie biomasy v obci, byla za pomoci dostupných literárních pramenů, obzvláště prací publikovaných v časopise Biomass and Bioenergy zpracována literární rešerše k problematice jejího pěstování, s velkým ohledem na dlouhodobou udržitelnost, za využití ekologického zemědělství, a také s ohledem na další využívání půdy, zejména pro potravinové účely.

Významným informačním zdrojem pro zpracování problematiky energetických vstupů pro zajišťování biomasy byla studie Energy Balance of Solid Biofuels od Scholz a spol. publikovaná v roce 1998 v Journal of Agricultural Engineering Research.

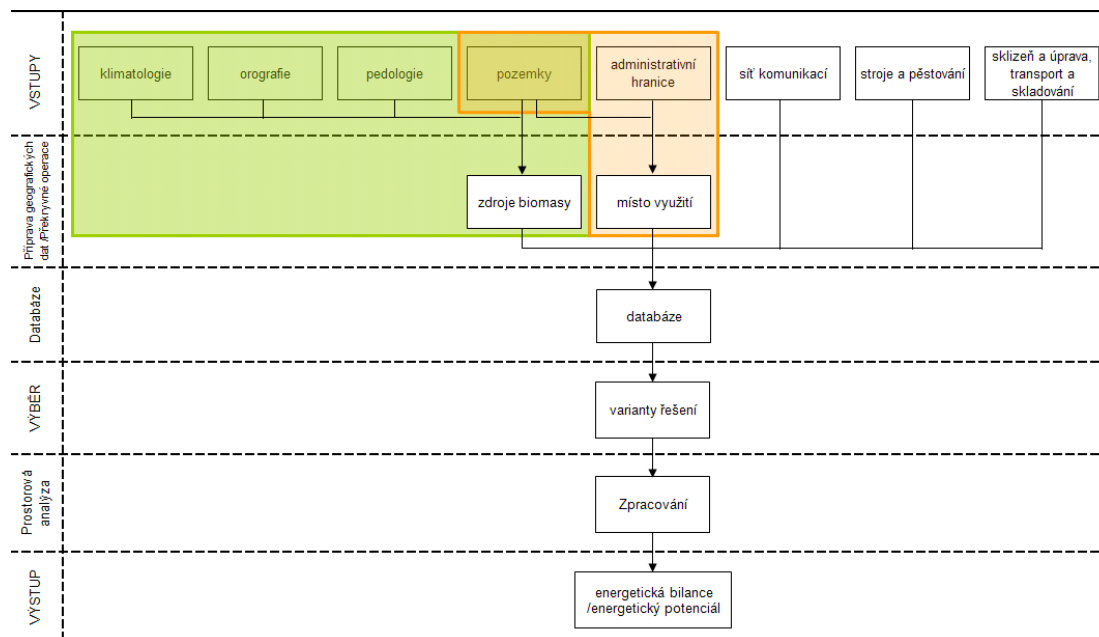
Pro vybranou pilotní obci bude nutno dále zajistit detailní informace o jejím území týkající se možnosti využití půdního fondu, jeho výměry, sklonitosti, geografických,

klimatických i hydrologických podmínkách a jeho vhodnosti pro pěstování energetických plodin.

Přírodní faktory (klima, reliéf a kvalita půd), viz Obr. 3-1., označeny zeleně, determinují druhy (zdroje) biomasy v současnosti v daném území již více či méně přirozeně existující, či takové, které je možno v území na dostupných pozemcích pěstovat. Místo využití, označeno světle červenou barvou, jímž je vybraná obec, se prostorově s těmito pozemky překrývá.

Ve fázi přípravy dat jsou tyto vstupy transformovány, za využití základních překryvných operací do požadované formy a stávají se součástí databáze, společně s informacemi o komunikacích, energetické náročnosti pěstování a sklizně energetických plodin, možnostech využití různých druhů dopravy do místa zpracování a technologické úpravy do vhodné formy pro tepelné, případně i další energetické využití, atd.

Databáze bude sloužit k vyhledávání informací za účelem výběru libovolných parcel a pozemků dle návrhu konkrétní varianty řešení. Nad těmito plochami budou poté prováděny prostorové operace a analýzy.



Obr. 3-1. Geografické zpracování

Výsledkem provedených analýz bude vedle nalezení nejvhodnějších ploch pro pěstování energetických plodin také vyhledání dalších možných zdrojů biomasy v obci a nalezení nejlevnějších cest pro jejich transport do místa zpracování či využití. Výstupem bude zjištěný energetický potenciál sledovaného území.

Výsledky a zjištění budou poté extrapolovány na širší území zahrnující další obce a analýzou vztahů mezi nimi (vzdálenost, energetická bilance) bude rozhodnuto do jaké obce je pro vybranou obec nejvhodnější, z hlediska energetické bilance, biomasu dovážet v případě jejího nadbytku v obci.

Pro geografické zpracování tohoto projektu, provádění analýz a vytváření mapových výstupů bude použito programu ArcGIS společnosti ESRI. Pro zpracování textové části a databáze bude využito Microsoft Office od společnosti Microsoft. Pro statistická vyhodnocení a tvorbu výstupů z nich bude použito programu Statgraphics.

## 4. Využití GIS pro hodnocení energetického potenciálu území

### 4.1. Práce využívající GIS pro hodnocení energetického potenciálu území

Jedna z prací, která hodnotí energetický potenciál ČR a jejích jednotlivých krajů je projekt “Metodika a analýza potenciálu biomasy v ČR” (Havlíčková a spol.). Projekt uvažuje 4 typy potenciálu - technický, dostupný, využitelný a ekonomicky využitelný potenciál záměrně pěstované biomasy, sena z TTP, zbytků z těžby lesů. Dále hodnotí možné výnosy na základě HPJ a široce se věnuje ekonomice pěstování. V geografickém zpracování používá překryvné operace.

Využití GIS a překryvných operací bylo také využito v práci (Magcale a spol. 2006), která zjišťuje energetický potenciál z lesních porostů na Filipínách. Práce přihlíží k typům půdy, sklonitosti, nadmořské výšce, klimatické zóně a ročním srážkám. Lokálně zjištěná data jsou aplikována tam, kde data nejsou úplná či chybí.

Další studie (Voivontas a spol. 2001) hledá nejvhodnější lokaci pro elektrárnu na biomasu a pro zjištění energetického potenciálu využívá čtyřúrovňovou analýzu: zjištění teoretického, dostupného, technologického a ekonomického využitelného potenciálu.

Uvažované lokace pro elektrárny jsou definovány jako regiony mající dostatečný dostupný energetický potenciál biomasy. Rozhodnutí, zda konkrétní lokace je vhodná pro umístění elektrárny je provedeno za pomoci iterace tak, že energetický potenciál regionu je porovnán s požadavky na provoz elektrárny. V případě, že potenciál regionu je nedostatečný je region zvětšen až do stanovené maximální velikosti radiusu.

Hledání nejkratších cest se věnuje práce (Perpiñá a spol. 2009), která s využitím GIS vytváří a aplikuje metodiku se zaměřením na logistiku a transport s cílem vytvoření sítě elektráren na biomasu v regionu Valencie. Prostorové rozložení biomasy v celém regionu vychází ze čtverce o ploše 1km<sup>2</sup>, který je dále aplikován na celé sledované území. Střed každého čtverce je chápáno jako “zdroj” (zdroj biomasy), nebo “cíl” (potenciální místo pro elektrárnu) v závislosti na ekonomických, environmentálních a sociálních omezeních.

K identifikaci vhodné lokace pro elektrárnu je přihlédnuto k době, vzdálenosti a k ceně dopravy potřebné pro přepravu biomasy za použití síťové analýzy.

Tato práce se zaměřuje na konkrétní lokalitu a vedle překryvných operací využívá prostorovou analýzu pro vyhledávání nejlevnějších cest a hodnotí energetické vstupy (náklady), ztráty a výstupy (výnosy) a konečný energetický zisk.

## **4.2. Prostorové analýzy a další nástroje použité v této práci**

### **4.2.1. Překryvné operace (volně dle Horák 2008)**

Překryvné operace jsou založeny na operacích nad 2, případně více vrstvami. V této práci jsou prováděny nad vektorovými daty, zejména polygony, například následující operace.

Funkce typu průnik (INTERSECT) ponechá jen kombinace ležící uvnitř polygonů první i druhé vstupní vrstvy. Funkce (DISSOLVE) slučuje vektorová data na základě specifikovaného atributu. (MERGE) sloučí data stejné vrstvy, avšak slučovaná data musí být buďto polygony, nebo linie. (MULTIPART TO SINGLE PART) – oddělí od sebe data sloučená dle určitého atributu (ESRI 2006).

### **4.2.2. Analýza blízkosti (proximity analysis) (volně dle Horák 2008)**

Analýza blízkosti je využita pro vytváření obalových zón (Bufferů). Je postavena na měření vzdálenosti mezi objekty. Pro provedení analýzy jsou potřebné 4 parametry:

- 1) umístění ohniska (obec)
- 2) jednotka měření (metry)
- 3) funkce pro výpočet vzdálenosti (přímá vzdálenost)
- 4) oblast analýzy (silniční síť, soubor obcí)

### **4.2.3. Klasifikace a reklasifikace dat (volně dle Horák 2008)**

Klasifikace je procesem roztrídění objektů do skupin podle jejich podobnosti na základě společných vlastností. Vybíráme tedy vlastnosti, na základě kterých jsou objekty zařazeny do tříd, a podle nich poté provedeme zápis této nové charakteristiky. Důležitou vlastností klasifikace je to, že sjednocením jednotlivých tříd musíme získat původní množinu objektů.

V případě jedné datové vrstvy může klasifikace znamenat i jenom přidělení jména každému polygonu např. pro mapu pokryvu: les, zemědělská půda, zástavba.

V rastrovém GISu je k identifikaci třídy použita numerická hodnota přidělená k buňce rastru. Každé buňce je přiřazen právě jeden atribut. Podle atributu je celá oblast rozdělena do zón, které jsou buď jednoduché nebo složené z více částí. Například zóna s názvem "zástavba" může mít hodnotu "3", "park" hodnotu "5".

Reklasifikace je pak změna těchto hodnot na hodnoty jiné (ESRI 2006).

### **4.2.4. Nalezení nejlevnějších cest pomocí analýzy šíření**

ArcGIS nabízí dvě extenze pro nalezení nejvhodnějších cest od ohnisek k cíli. Network a Spatial Analyst.

Vzhledem k charakteru problematiky a velkého množství parcel a pozemků, jejichž velikosti i těžiště se mění v závislosti na jejich spojování, či dělení, čímž také dochází ke změnám jejich dostupnosti k předem vytvořené síti komunikací, byl vybrán Spatial analyst, kterým lze možno získat výsledky relativně lehce a rychle využitím funkce CostPath distance.

Pro hledání nejlevnějších cest je možno volit mezi několika typy funkcí, například Euclidean distance vyhledávající přímou vzdálenost, která však nebere v úvahu existenci

komunikací i bariér jakými jsou například řeky, husté porosty, obtížnost terénu (skály, srázy) a podobně.

Z těchto důvodů byla vybrána funkce Path distance, která umožňuje do výpočtů nákladů zahrnout vertikální faktor a reálnou hodnotu délky na povrchu. Faktory lze dobře uplatnit při simulování vlivu různých fenoménů podporujících nebo naopak brzdících pohyb v území. (Horák 2008)

Parametry zahrnované do výpočtu šíření v tomto projektu:

Zdrojový vektor (pozice ohnisek), nákladový rastr, povrchový rastr, směrový rastr (back-link rastr).

#### **4.2.5. Vytvoření DMT**

ArcGIS umožňuje několik způsobů tvorby DMT z liniových vrstev. Z důvodu dalšího zpracování, zejména k přihlédnutí k požadavkům funkce Path distance, bude DMT vytvořen pomocí funkce Topo to Raster, která využívá interpolační metodu konečných diferencí (ESRI 2006).

#### **4.2.6. Sklonitost terénu**

Výpočet sklonitosti terénu bude použit pro lokalizaci takové části zemského povrchu, která je pro zemědělskou i lesní techniku hůře dostupná. Pro výpočet sklonitosti ArcGIS využívá techniku průměrného maxima (ESRI 2006).

#### **4.2.7. ModelBuilder**

ModelBuilder je aplikace, která umožňuje vytváření, editaci a správu modelů.

Modelem je v tomto případě myšlen určitý postup operací, algoritmus, kterým lze dojít k určitému, požadovanému výsledku.

ModelBuilder je vhodné využívat v těch případech, kdy je zpracování dat časově náročné na manuální zpracování a zároveň je repetitivní. ModelBuilder tak umožňuje využívat stejné nástroje opakovaně, a také nastavovat rozličné hodnoty parametrů při každém spuštění (ESRI 2006).

## 5. Biomasa a její energetický potenciál

### 5.1. Charakteristika biomasy

Biomasa je obecně vnímána jako hmota rostlinného původu zahrnující dendromasu (dřevní biomasa), fytomasu (biomasa bylinného původu vč. zemědělských plodin) a biomasu živočišného původu. Jedním z dalších druhů biomasy jsou i biologicky rozložitelné odpady (čisté nebo vyříděné z ostatních složek).

Zemědělskou biomasu tvoří cíleně pěstovaná biomasa, biomasa obilovin a olejnin, trvalé travní porosty, rychlerostoucí dřeviny pěstované na zemědělské půdě a rostlinné zbytky ze zemědělské prvovýroby a údržby krajiny, ale také ze zahrad, ovocných sadů, chmelnic a vinic.

Využívání zemědělské biomasy s sebou přináší výhody ve formě využití tradiční zemědělské techniky, snížení nezaměstnanosti, dále je šetrné k životnímu prostředí, pozitivně přispívá k údržbě krajiny, zadržení vody v krajině a v neposlední řadě dopomáhá efektivnímu nakládání se zemědělskými odpady a přebytky.

Při jejím využívání je nezbytné vycházet z principů udržitelného rozvoje, správné zemědělské praxe a vytvářet tak podmínky pro dlouhodobě udržitelné využívání zemědělské půdy.

Zatímco mnoho jiných energetických systémů produkuje pouze energetické produkty, paliva z biomasy jsou často produkovány souběžně s produkty jinými. Například sláma může být produkována jako vedlejší produkt obilí.

Dalším vedlejším produktem jsou residua z těžby a zpracování dřeva, a také recyklovatelné dřevěné výrobky, které mohou být energeticky využity na konci svého životního cyklu. (Schlamadinger a spol., 1997)

Zbytková biomasa zahrnuje široký rozsah druhů biomasy vznikající sekundárně při zpracování primárních zdrojů rostlinné nebo živočišné biomasy. Hlavní objem pochází z průmyslu papíru a buničiny, z dřevovýroby, ze zpracování masa a ostatního potravinářského průmyslu a ze třídění komunálního odpadu. Patří sem také biomasa z živočišné zemědělské výroby, tj. exkrementy chovných zvířat. Zbytkovou biomasu tedy tvoří zejména vedlejší produkty a zbytky z papírenského, potravinářského, živočišného průmyslu, stejně jako lihovarnické výpalky, čistírenské kaly, biologicky rozložitelné odpady, pokrutiny a mláto.

Lesní biomasu, neboli dendromasu, tvoří palivové dřevo, zbytky z dřevozpracujícího průmyslu, prořezávek a probírek a lesní těžařské zbytky. Při energetickém využívání je zde (stejně jako v ostatních kategoriích) nutno brát v úvahu manipulační a dopravní nároky a lokální dostupnost zdroje.

Samostatnou položkou ve využívání biomasy je průmyslové využití, např. průmysl výroby buničiny a papíru nebo výroba stavebních desek a cihel. Předpokladem je, že význam biomasy poroste i pro chemický průmysl a pro další technické využití.

Tato práce se bude zabývat rostlinou biomasou a jejím energetickým potenciálem pro pokrytí energetických potřeb bytového fondu obce.

## **5.2. Energetický potenciál biomasy**

V odborné literatuře i provedených studiích potenciálu obnovitelných zdrojů se objevuje mnoho typů energetického potenciálu, které jsou definovány nejčastěji úrovní omezení pro jejich využití, které byly pro vyhodnocení použity. V tomto projektu jsou uvažovány následující druhy potenciálů. (Havlíčková a spol.)

### **5.2.1. Teoretický potenciál**

Teoretický potenciál biomasy je definován jako celková produkce biomasy v určité oblasti a je maximálním množstvím, které lze v dané oblasti vyprodukovat. Teoretický potenciál je funkcí plochy na které se biomasa reálně, či potenciálně nachází a jejího výnosu na jednotku plochy. (Voivontas a spol. 2001)

### **5.2.2. Dostupný potenciál**

Teoretický potenciál může být omezen například vícerymi možnostmi využití půdy, zejména pěstováním potravin, proto je důležité vědět, kolik plochy je potřeba pro zajištění ostatních, zejména potravinových potřeb. Další omezení vyplývají také z ekologických podmínek daného území – typu klimatu, kvalitou půd, členitostí terénu a pod. (Voivontas a spol. 2001) Vstupy a omezení pro hodnocení dostupného potenciálu jsou hodnoceny v kapitole č. 6, 7, 10 a 13.

### **5.2.3. Technologický potenciál**

Technologický potenciál biomasy je definován jako množství energie které může být vyprodukováno za použití určité technologie. Způsoby pěstování, sběru, zpracování a konečného energetického využití tento potenciál ovlivňují Nejvíce se biomasa využívá přímým spalováním za účelem výroby páry, zplyňováním a spoluspalováním s fosilními palivy. Zvolená technologie závisí na konkrétních vstupních požadavcích a efektivitě výroby energie. (Voivontas a spol. 2001) Technologický potenciál je hodnocen v kapitolách č. 8, 9 a 13.



## 6. Problematika využívání biomasy v širších souvislostech

### 6.1. Konvenční zemědělství

Mnohé studie zkoumaly možnosti využití energetických plodin za účelem snižování emisí skleníkových plynů. Jejich celkové zhodnocení je takové, že energie biomasy, při srovnání s fosilními palivy, opravdu emise skleníkových plynů snižuje. Zároveň je však patrné, že opatření provedená za účelem snížení těchto emisí musí být taková, aby byly minimalizovány negativní dopady těchto opatření na další, jiné, složky životního prostředí.

Kupříkladu, využívání strojních zařízení, hnojiv, pesticidů, apod. je běžnou praxí v konvenčním zemědělství a tedy i při pěstování energetických plodin konvenčním způsobem, to však s největší pravděpodobností vede k nezanedbatelným environmentálním problémům. (Letzens a spol. 2003)

V mnoha částech světa způsobuje konvenční zemědělství environmentální tlaky, které jsou významné i z mezinárodního hlediska. To je obzvláště patrné v případě degradace půdy, vodních zdrojů a skleníkových plynů.

Mezi nejvíce postřehnutelné negativní důsledky konvenčního zemědělství na životní prostředí se řadí:

- 1) v průběhu posledních 40 let přestala být téměř jedna třetina zemědělské půdy využívána v důsledku eroze a degradace (Wood a spol. 2006) a ročně nadále ubývá více než 10 milionů hektarů (Pimentel a spol. 1995).
- 2) 40% světové populace žije v regionech, kde obyvatelé o vodní zdroje soupeří
- 3) odlesnění je z 80% způsobeno zemědělstvím (Wood a spol. 2006).

Eroze půdy je považována za nejvýznamější environmentální problém, který se existenčně dotýká i zemědělství. Ačkoli se eroze objevovala i v minulosti, za poslední roky akcelerovala. Každým rokem za činnosti vody a větru mizí ze Země a zejména ze zemědělských ploch 75 miliard tun půdy.  $12 \times 10^6$  ha zemědělské půdy je zničeno a následně opuštěno z důvodu neudržitelných technik hospodaření (Pimentel a spol. 1995) (intenzivní orba, utužení půdy, ztráta organické hmoty, špatná půdní struktura, úzké osevní postupy) (Badalíková a Nedělník). V přepočtu na jednoho obyvatele Země je v současné době k dispozici 0.27 ha půdy ( $2\,700\text{ m}^2$ ). Právě z důvodu eroze a zároveň z nárůstu počtu obyvatel by mohla být za 40 let velikost této plochy snížena až na  $1\,400\text{ m}^2$  (Pimentel a spol. 1995).  $1390 - 2\,790\text{ m}^2$  je udáváno jako plocha potřebná pro zajištění potravinových potřeb jednoho člověka konvenčními technikami zemědělství (Jeavons J. 2006).

Tab. 6-1. Potenciální ohrožení půd vodní erozí na území ČR

Stupeň ohrožení	Plocha zemědělské půdy	
	ha	%
Bez ohrožení	180 655	4,2
Půdy náchylné	1 192 676	27,9
Půdy mírně ohrožené	1 106 743	25,9
Půdy ohrožené	771 599	18
Půdy silně ohrožené	429 891	10,1
Půdy nejohroženější	595 250	13,9

Zdroj: (Badalíková a Nedělník)

I přes tyto problémy se v celém světě potravinami plýtvá. V chudších zemích dochází k 15 až 35% ztrátám přímo na polích a dalších 10 až 15% je ztraceno v průběhu výroby, transportu a skladování. V zemích bohatších je produkce potravin efektivnější avšak na druhé straně končí velká část potravin v odpadu. Ku příkladu v USA je takto vyhozeno až 30% veškerých potravin. Pro výrobu takového množství potravin je zapotřebí využít 40 trilionů litrů vody, která by postačovala k pokrytí potřeb 500 milionů lidí (Lundqvist a spol. 2008).

Při rozkladných procesech na skládkách odpadů dochází k uvolňování metanu, jehož GWP (global warming potential) je 25x větší než potenciál CO<sub>2</sub> (Wikipedia/GWP).

## 6.2. Ekologické zemědělství a biodiverzita

Aby bylo využívání energie biomasy udržitelné, musí být udržitelná i její produkce. (Simona a Wiegmannb 2008)

Ekologické zemědělství se od konvenčního liší vlastními produkčními standardy. Tyto standardy, které jsou ve většině zemí implementovány do státní legislativy upravující ekologické zemědělství, ovlivňují potenciální energetické toky směrem dovnitř i ven ze zemědělských systémů. Mezi principy ekologického zemědělství patří zákaz syntetických pesticidů a syntetických minerálních hnojiv. Dalším cílem ekologického zemědělství, dle specifikace IFOAM, je vyhnout se znečišťování a vzniku odpadů a užívat v co největší míře obnovitelné zdroje ve výrobních a zpracovatelských systémech. Až doposud se však tato poslední premisa využívání obnovitelných zdrojů v EZ nepodařila zavést a na energetické aspekty EZ je v národních legislativách málokdy pamatováno. (Jørgensen a spol. 2005)

I když jsou energetické výnosy v intenzivním zemědělství vyšší než v ekologickém, efektivita využití fosilních paliv (pohonných hmot) pro zajištění biomasy je v ekologickém zemědělství vyšší. (Nonhebel 2002)

21 let probíhající testy ukázaly (Mäder a spol. 2002), že i když vstupy N, P, K jsou v ekologickém zemědělství o 34 až 51% nižší než v zemědělství konvenčním, průměrné výnosy jsou pouze o 20% nižší. V přepočtu na energii se jedná o úsporu 20 až 56% na vypěstovanou suchou hmotu a 36 až 53% v přepočtu na obdělávanou plochu. Výnosy brambor tvořili v ekologickém zemědělství 58 až 66% výnosů zemědělství konvenčního, zejména v důsledku nízké úrovně draslíku a výskytu plísňe bramborové (*Phytophthora infestans*). Výnosy pšenice ozimé dosáhly 90% výnosů konvenčních. Výnosy ostatních obilovin jsou běžně udávány na 60 až 70% výnosů konvenčního zemědělství. Rozdíly ve výnosech jetelovinostráv byly také malé. Výnosy pastvin dosahují 70 až 100% konvenčního zemědělství. Další zpráva uvádí, že v sušších letech 1988-1998 přesáhly výnosy kukuřice

pěstované v ekologickém zemědělství a využívající v rotaci luštěniny, výnosy ze zemědělství konvenčního o 22%. (Cornell University)

#### **6.2.1. Vliv zemědělství na biodiverzitu**

Zdraví ekosystému je charakterizováno vysokou druhovou rozmanitostí. Ekologicky obhospodařované půdy se projevují větší biologickou aktivitou než půdy konvenčně využívané. Výskyt mykorhizních organismů je na takových půdách vyšší o 40%. Množství biomasy a počet žížal je vyšší 1.3 až 3.2x. Průměrná hustota střevlíků, drabčíkovitých a pavouků byl téměř 2x větší v případě ekologického zemědělství. (Mäder a spol. 2002)

#### **6.3. Konkurence ve využívání půdy**

Užití biomasy není pouze limitované podmínkami pro růst rostlin, technickými omezeními a množstvím odpadního materiálu, ale obzvláště dostupností půdy pro její produkci. To znamená, že v úvahu musí být brána i konkurence jednotlivých způsobů využívání půdy, zejména s ohledem na produkci potravin. (Simona a Wiegmannb 2008)

##### **6.3.1. Biointenzivní zemědělství – minimalizace zemědělských ploch**

Jak již bylo uvedeno, technikami konvenčního zemědělství, lze zajistit potravinové potřeby jednoho člověka z plochy 1 390 – 2 790 m<sup>2</sup> (Jeavons J. 2006)

Metoda biointenzivního zemědělství je systémem ekologického zemědělství zaměřeným na maximální výnosy z minimální zemědělské plochy (465 m<sup>2</sup>/osobu, Jeavons J. 2006) a zároveň také na zlepšování kvality půdy. Cílem metody je dlouhodobá udržitelnost v uzavřeném systému.

Podobné metody byly využity při pěstování 80% potravy účastníky projektu Biosféra 2, který trval cca 2 roky a kterým bylo zjištěno, že pro jednoho člověka lze zajistit potravu z plochy 283 m<sup>2</sup>, což kontrastuje s praktikami konvenčního zemědělství, které pro stejný efekt potřebuje 1 390 – 2 790 m<sup>2</sup> plochy (Jeavons J. 2006), a který navíc také využívá další zdroje ve formě umělých hnojiv, pesticidů a pod.

V tomto projektu bude kalkulováno s plochou 1995 m<sup>2</sup>, viz odstavec 7.1.

## 7. Energetický potenciál rostlinné biomasy v ČR

### 7.1. Energetický potenciál zemědělské biomasy

Energetický potenciál biomasy pro energetické využití je vedle přírodních faktorů omezen i plochou nezbytnou pro pěstování potravin.

Velikost ploch pro zajištění potravinových potřeb všech obyvatel ČR, vychází z údajů hnutí DUHA a sdružení CALLA (Motlík a spol.) viz Tab. 7-1., které přihlíží k trendu využívání osevních ploch k produkci jednotlivých zemědělských plodin. Shoduje se s vývojem zemědělské produkce a predikcí objemu zemědělské výroby pro období příštích cca 10–20 let, s uvažováním okrajových podmínek pro minimální, respektive maximální výměry ploch pro pěstování jednotlivých zemědělských plodin.

Koeficient potravinářské výroby je stanoven na základě uvažované potřeby orné půdy pro produkci potravin, krmiv a osiv (uvažuje se pouze tuzemská spotřeba), objemy alokované půdy jsou tak poníženy o vývozy a materiálové, energetické a jiné využití zemědělských komodit. U potřebné potravinářské produkce je zahrnut i předpokládaný demografický vývoj. (Motlík a spol.)

Tab. 7-1 Varianty využití orné půdy

využití orné půdy	konvenční zemědělství *	% zastoupení	ekologické zemědělství	% zastoupení
	plocha (ha)		plocha (ha)	
zrniny	1 050 000	34,5	1 260 000	41,3
píceřiny	280 000	9,2	336 000	11,0
technické plodiny	315 000	10,3	378 000	12,4
okopaniny	63 000	2,1	75 600	2,5
zbytek pro energetické a technické využití	1 339 251	43,9	997 651	32,7
orná půda CELKEM	3 047 251	100,0	3 047 251	100,0

\* Zdroj: (Motlík a spol.)

Pro účely této práce, která uvažuje s ekologickým zemědělstvím, včetně biointenzivního, jako s jedinou možnou udržitelnou variantou zajišťování primárních, potravinových, potřeb člověka, jsou plochy pro pěstování potravin navýšeny o 20% z důvodu očekávaných nižších výnosů v EZ, které jsou udávány jako 80% výnosů konvenčního zemědělství (Mäder a spol. 2002). T toho vyplývá, že pro zajištění potravinových potřeb jedné osoby ČR (k roku 2000 celkem 10 272 503 osob. Zdroj ČSÚ) technikami ekologického zemědělství by měla postačovat plocha 1995 m<sup>2</sup> orné půdy, ke které je dále potřeba připočítat plochy TTP využívaných jako pastvin (10.4.2.1.2)

Energetický potenciál z TTP bude v tomto projektu vycházet z požadavků ekologického zemědělství, viz odstavec 10.4.2.1.2.

## 7.2. Energetický potenciál využití dendromasy (Motlík a spol.)

Lesní biomasu, neboli dendromasu, tvoří palivové dřevo, zbytky z dřevozpracujícího průmyslu, prořezávek a probírek a lesní těžařské zbytky.

Odpad z těžby dřeva by měl zůstat v lese. Je velmi důležitým a prakticky nenahraditelným zdrojem živin. Tlející dřevo má zásaditou reakci a pomáhá neutralizovat kyselost lesních půd. Zejména na plochách jehličnatých monokultur může kompletní odvoz biomasy další okyselování ještě podpořit. Ležící větve také obohacují humus, pomáhají udržovat vlhkost půdy a stabilizují ji proti erozi. Proto je důležité odpadní biomasu – větve, kůru a podobně – z lesa neodvážet.

Výpočet odpadní dendromasy je prováděn na základě koeficientů k roční těžbě (Tab. 7-3.)

- zbytky po těžbě v lese - využitelná lesní biomasa (větve, stromové vršky), poměr k těžbě 10%
- dřevní odpad ze zpracování dřeva a dřevařské výroby - štěpka a piliny ze zpracovaného dříví poměr k těžbě 25 %
- probírky - poměr k těžbě 25 %
- prořezávky - poměr k těžbě 0.5 %

Tab. 7-2. Stanovení absolutního využití ročního přírůstu dendromasy v přepočtu na energetickou hodnotu

100% využití		jednotka
roční dřevní přírůst	7,9	m <sup>3</sup> /ha/rok
lesní porosty	2 590 904	ha
celkový přírůst	20 468 142	m <sup>3</sup> /rok
celkový přírůst	10 287 697	t/rok
celková energie	161	PJ/rok

Zdroj: Motlík a spol.

Tab. 7-3. Odhad potenciálu dendromasy v ČR

Odhady potenciálu dendromasy pro ČR	Celkem (tis. m <sup>3</sup> )	Koeficient	z ročního přírůstu (t/ha)
těžba dřeva	17 678		3,97
zbytky po těžbě v lese	1 768	0,1	0,40
dřevní odpad ze zpracování dřeva a dřevařské výroby (vč. palivového dřeva)	4 420	0,25	0,99
probírky	4 420	0,25	0,99
prořezávky	88	0,005	0,02
dendromasa pro energetiku a ostatní průmyslové využití celkem	10 695		2,01

Zdroj: Motlík a spol., propočet ročního přírůstu: Lébl

Pro účely této práce bude uvažováno s využitím 2.01 t/ha.

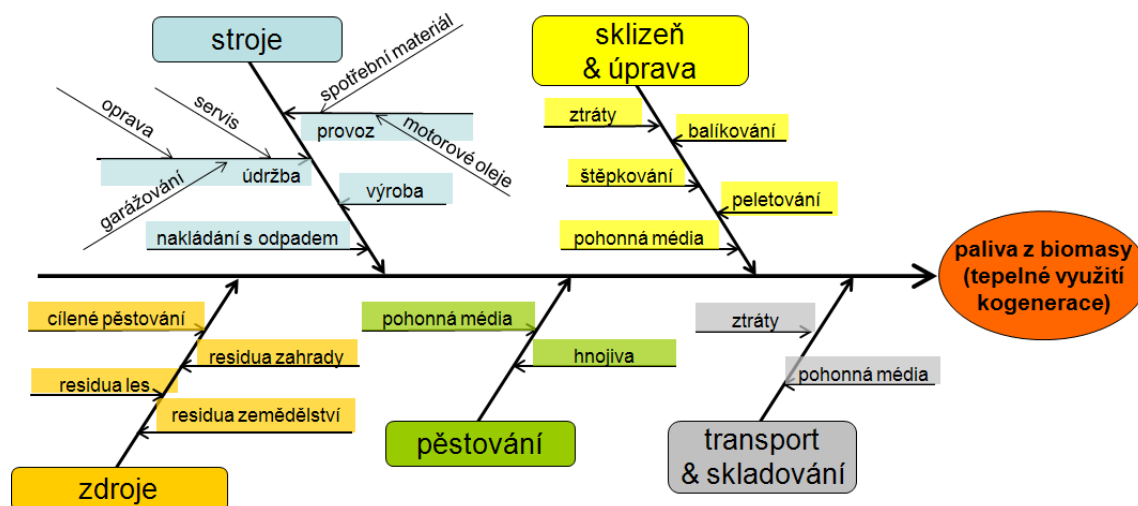
## 8. Energetická bilance pěstování biomasy

Aby mělo zajišťování biomasy pro energetické účely smysl neměly by energetické vstupy přesahovat energetické výnosy.

Hranice systému ovlivňuje výslednou energetickou bilanci. Proto je v počátečním kroku kalkulace energetické bilance potřeba identifikovat hranice systému, které jsou "bodem", za kterým již nejsou další vstupy/výstupy uvažovány.

V tomto projektu jsou brány v úvahu následující prvky, které můžeme rozdělit do pěti hlavních skupin. Zdroje, stroje, pěstování, sklizeň a úprava, transport a skladování.

Diagram 8-1. Diagram rybí kosti – analýza vstupů/nákladů pro produkci biomasy



Zdroj a zpracování: Lébl

Z těchto pěti prvků jsou **zdroje** jediným, který přináší energetický výnos. Ostatní čtyři prvky jsou energetickým nákladem/vstupem.

### 8.1. Energetické náklady (dle Scholz 1998 a spol.)

Vedle kalkulací energetických výnosů z biomasy je potřeba sledovat i energetické náklady na její zajištění.

Pro určení energetických nákladů bylo využito údajů získaných metodou vycházející z metodického pokynu/směrnice VDI 4600.

Dle tohoto postupu jsou v každém stupni procesu náklady na zajištění agrotechniky, rostlin, atd. rozděleny na 1) přímé materiálové a energetické; a 2) nepřímé náklady, které mohou být stanoveny pouze s využitím vzorce.

To znamená, že kumulativní energetický náklad **Q** uvádí všechny energetické náklady, které zahrnují výrobu **p**, užívání **u** a nakládání s odpady **w** každé nákladové položky.

Vzorec 8-1.

$$Q = Q_p + Q_u + Q_w$$

U agrotechniky jsou v případě užívání **u** uvažovány: provoz **o** a údržba (servis, opravy, garážování, apod.) **m**:

Vzorec 8-2. 
$$Q_u = Q_m + Q_o$$

### 8.1.1. p - výroba

Aby mohly být spočítány kumulativní energetické náklady určité položky (traktor, hnojivo a pod.), je nezbytné znát její specifické energetické charakteristiky, tzv. energetické ekvivalenty. S využitím softwaru MS Access byla v roce 1992 organizací ATB Postdam-Bornim vytvořena relační databáze "Energy", která v roce 1997 obsahovala přibližně 6000 záznamů. S pomocí této databáze jsou spočítány specifické kumulativní energetické náklady pro agrotechniku, skupiny nástrojů apod. vztažené k jejich průměrné hmotnosti. To je provedeno spočítáním průměrné hodnoty *a*/anebo časově závislou regresní funkcí pro každý stav.

### 8.1.2. m - údržba

Údržba zahrnuje zejména servis a opravy, jako i garážování a/či skladování. Dle hodnot uváděných v literatuře činí náklady na servis a opravy 15-145% energetických nákladů na výrobu zařízení. Hodnota závisí na skupině ve které je strojní zařízení zařazeno. Pro garážování bylo uvažováno standardních hodnot specifických pro typ zařízení, potřebném prostoru a životnosti zařízení (3-6MJ/kg).

### 8.1.3. o - provoz

Zahrnuje energetické náklady pro provoz strojních zařízení a jejich příslušenství, zahrnující spotřebovanou energii a spotřební materiál (např. elektřina, teplo, paliva, maziva, motouzy pro balíkování a pod.). Jelikož pro většinu zařízení nejsou spolehlivá data dostupná, či porovnatelná, jsou uvažovány obecně platné energetické náklady vycházející z provozu rozličných zařízení a s pomocí následujících parametrů jsou odhadnuty specifické energetické náklady pro provoz agrotechniky:

- 1) nominální výkon  $P_g$ , - nezbytný výkon motoru traktoru/kombajnu, potřebný pro vykonání požadovaného úkonu za průměrných podmínek
- 2) nominální spotřeba spotřebního materiálu  $S_{og}$

Průměrná nominální spotřeba  $S_{og}$  spotřebního materiálu pro produkci rostlin, např. palivo pro pohon agrotechniky, může být zjištěna za pomoci následující regresní rovnice, která byla odvozena z parametrů cca 180 traktorů.

Vzorec 8-3. 
$$S_{og} = 0.16P_g + 2.55$$

Koeficient determinance  $R^2 = 0.80$

Skutečná spotřeba pohonných hmot  $S_o$  závisí na zatížení motoru. Pokud nejsou známy změny v zatížení motoru pro všechny pracovní činnosti, a také v zájmu zjednodušení, lze za průměrný výkon motoru agrotechniky  $P$ , považovat 65% nominálního výkonu  $P_g$ . Výsledkem následující regresní rovnice, odvozené na základě různých výsledků testů německé zemědělské společnosti DLG, je průměrná spotřeba pohonných směsí  $c_o$ , která činí 72% nominální spotřeby  $S_{og}$ .



Vzorec 8-4. 
$$c_o = S_o/S_{og} = 0.760P/P_g + 0.226$$

Koeficient determinance  $R^2 = 0.99$

Tudíž, dle rovnice (4) a  $P = 0.65P_g$ , jsou předpokládané koeficienty pro diesel  $c_o = 0.72$  a pro ostatní  $c_o = 1.0$ . Spotřeba motorového oleje je odhadována na 2% spotřeby pohonných směsí  $S_o$ .

#### 8.1.4. w - nakládání s odpady

Zahrnuje energetické náklady pramenící z požadavků na sešrotování kovových částí a skládkování nerecyklovatelných materiálů. Doposud zalkulované energetické náklady pro osobní automobily a komerční vozy jsou udávány v rozmezí 0.2 až 1.8 MJ/kg. Pro agrotechniku je doporučeno předpokládat průměrné specifické energetické náklady 0.5 MJ/kg. Energetické náklady na likvidaci využitelného materiálu a spotřebního materiálu jsou ignorovány, protože tyto materiály jsou obecně plně spotřebovány nebo přeměněny a/nebo nejsou žádné bližší údaje k dispozici.

Tab.8-1. Specifické kumulativní energetické náklady pro technologie (MJ/kg)

Zařízení	výroba	údržba	nakládání s odpady
čtyřkolové traktory	65	27	0,5
sklízecí řezačky	70	22	0,5
tažné žací stroje	55	22	0,5
aplikační technika	55	15	0,5
přívěsy	50	25	0,5
kultivační technika	48	24	0,5
nákladní vozidla	65	62	0,3
dusíkatá hnojiva	59	-	-
fosforečná hnojiva	17	-	-
potaš	10	-	-
vápno	3	-	-
pesticidy	200	-	-
žito (osivo)	6	-	-
lubrikanty	54	-	-
PE - fólie	13	-	-
motouz	90	-	-
stodola (skladování)	3100	800	300

\* MJ/m<sup>2</sup>, Zdroj: Scholz 1998 a spol.

#### 8.1.5. Kumulativní energetické náklady vybraných zdrojů energie

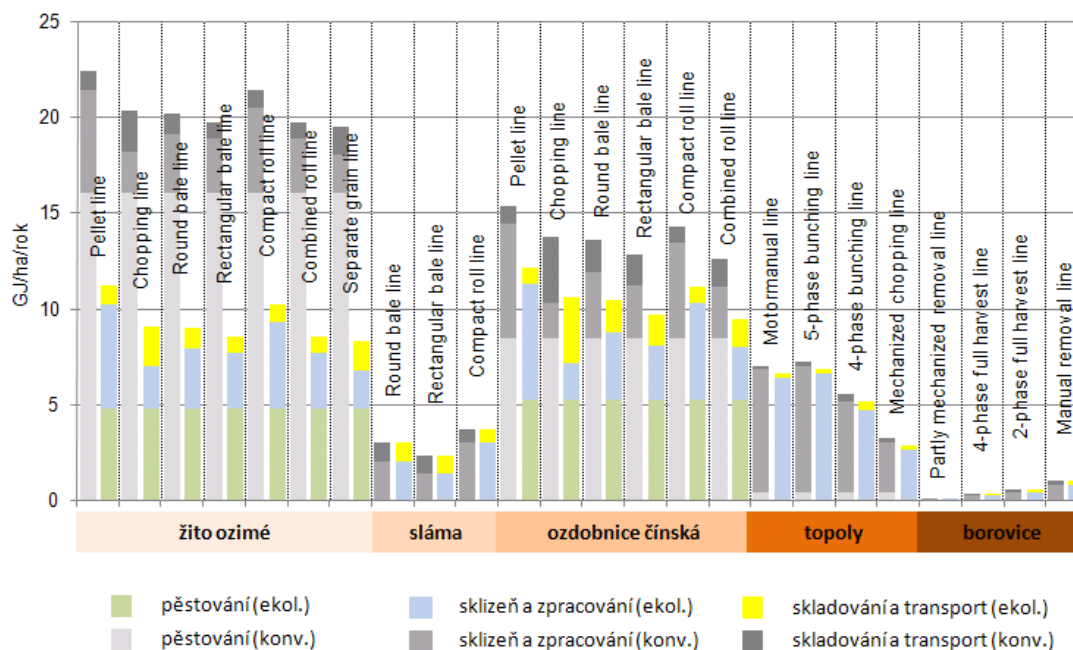
Následující energetické náklady (Graf 8-1.) se vztahují ke čtyřem druhům biomasy – žito ozimé, ozdobnice čínská, topoly a borovice. Vedle celých rostlin, jsou dále hodnoceny vedlejší produkty jako je sláma ze žita ozimého a residua z těžby borovice.

Dále jsou hodnoceny různé procesy úpravy a produkce každé vstupní suroviny – peletizace, štěpkování, balíkování, apod.

Při výpočtech byly uvažovány průměrné podmínky, stroje i zařízení. Všechny výrobní řetězce začínají přípravou půdy a končí transportem paliva do výtopny, která je od místa produkce vzdálena cca 5 km. (Scholz 1998 a spol.)



Graf 8-1. Energetické náklady pro zajištění biomasy s dopravou biomasy na vzd. 5 km



Zdroj: konvenční zemědělství: Scholz 1998 a spol.; ekologické zemědělství: propočty autora

Hodnoty energetických nákladů jsou na grafu (Graf 8-1.) zobrazeny ve dvou variantách. Původní, originální, varianta obsahuje navíc náklady pro produkci syntetických hnojiv a pesticidů, Tab. 9-2. Druhá varianta tyto náklady nezamýšlí, jelikož standardy ekologického zemědělství takovéto náklady nepovolují. Z tohoto důvodu jsou právě tyto náklady od nákladů pro kultivaci odečteny. V případě žita ozimého představují tyto náklady v energetickém vyjádření 11,225 GJ/ha, u ozdobnice čínské jsou nižší: 3,185 GJ/ha, viz Tab. 8-2.

Tab.8-2. Spotřeba hnojiv a pesticidů v konvenčním zemědělství

Chemická látka	* SKSE (MJ/kg)	žito ozimé		ozdobnice čínská		topoly	
		kg/ha/rok	* SKSE (MJ/ha)	kg/ha/rok	* SKSE (MJ/ha)	kg/ha/rok	* SKSE (MJ/ha)
CaO	3	400	1 200	400	1 200	300	900
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	11	95	1 045	10	110	0	0
K <sub>2</sub> O	10	110	1 100	95	950	0	0
N	59	120	7 080	15	885	0	0
Pesticidy	200	4	800	0,2	40	0	0
CELKEM			11 225		3 185		900

\* Specifická kumulativní spotřeba energie

zdroj: (Scholz a spol. 1998)

V konvenčním zemědělství jsou nejvyšší kumulativní náklady v případě žita ozimého, nejnižší jsou u štěpky z borovice. U žita ozimého je to způsobeno relativně vysokými energetickými náklady při pěstování, zejména používání syntetických hnojiv (dusíku). Po jejich vyřazení z agrotechnického postupu v případě ekologického zemědělství, se náklady na pěstování žita ozimého a ozdobnice čínské téměř vyrovnají. Velmi nízké náklady u borovice jsou dosaženy jejím dlouhým pěstebním cyklem 140 let. Dle „Institute for Fast-Growing Tree Types Hannoversch-Münden“, nepotřebují topoly hnojiva a tudíž jsou jejich

kumulativní energetické náklady malé (3 – 7.1 GJ/ha), i když energetické náklady na sklizeň i zpracování dosahují ze sledovaných rostlin nejvyšších hodnot.

Obecně jsou energetické zdroje hodnoceny dle efektivity jejich produkce a/nebo konverze, to jest dle poměru energetických nákladů k energetickým výnosům. Nejlepší poměr náklady/výnosy má borovice, přibližně 1:50. V případě slámy bylo dosaženo poměru od 1:25 do 1:40, podobně i v případě topolů. Ozdobnice a žito dosáhly poměru 1:7 až 1:14. (Scholz a spol. 1998)

#### 8.1.6. Logistika biomasy

Sklizeň a zpracování, a skladování a transport musí být uvažovány pospolu, jelikož na sebe technologicky navazují.

Vyšší energetické náklady, např. v případě peletizace, mohou být částečně kompenzovány nižšími energ. náklady na skladování a transport. Avšak pokud se biomasa využije přímo tam, kde byla vypěstována a v místě není problém s nedostatkem prostoru pro její uskladnění, nemá peletizace obecně význam. Obdobná situace je v případě *compact roll method* u které jsou energetické náklady ovlivněny zejména spotřebou motouzu.

Energetické náklady těchto dvou technologií jsou vyšší, než produkty z konvenční balíkovací technologie (balíky) přepravované až do vzdálenosti cca 100 km (Scholz a spol. 1998).

Vzhledem k tomu, že tento projekt počítá s využitím biomasy přímo v obci, ze které biomasa pochází, či jejím blízkém okolí, bude biomasa zpracována štěpkováním v případě topolů a dřevin (borovice), a balíkováním u stébelnin. Doprava činí cca 30.2 MJ/km u balíkovací technologie (*round bale line*) a 22.6 MJ/km pro přepravu štěpky. Hodnoty pro dopravu byly získány vlastním výpočtem na základě vzorce z odborné literatury (Scholz a spol. 1998). Jelikož jsou údaje o transportu v tomto zdroji vztaženy na ujetou vzdálenost 5 km a jsou společně s náklady na skladování uvedené v sumě, byly vlastním výpočtem, na základě Vzorec 8-3., zjištěny skutečné náklady pro transport na 5 km, které byly poté od sumy hodnot odečteny. Vstupní data pro výpočet nákladovosti transportu jsou dostupná pouze pro žito ozimé a topoly (viz Tab. 8-3.). Jelikož stejně jako žito, jsou sláma a ozdobnice stébelniny a u všech je možnost využití balíkovací technologie, je pro transport biomasy kalkulováno se stejnými hodnotami energetické spotřeby paliv, jako v případě žita. Stejná úvaha platí pro štěpkování dřevin (borovice).

Tab. 8-3. Vstupy do zajišťování vybraných druhů a forem biomasy

Proces	forma	plodina	pěstování (GJ/ha)	sklizeň a zpracování (GJ/ha)	skladování (GJ/ha)	přeprava (GJ/km)
Round bale line	balík	žito ozimé (sláma)	16	3,1	0,949	0,0302
Round bale line	balík	ostatní zrniny (sláma)	0	2	1	
Round bale line	balík	ozdobnice čínská (sláma)	8,4	3,5	1,7	
Motormanual line	štěpka	topoly	0,4	6,4	0,087	0,0226
Manual removal line	štěpka	borovice	0	0,75	0,25	

Na základě údajů ze studie (Scholz a spol. 1998) zpracoval: Lébl

Objem přepravované biomasy na jednu obrátku je v těchto variantách 8t pro stébelniny a 35 m<sup>3</sup> pro štěpku (Scholz a spol. 1998). Přepočítací tabulka pro štěpku je uvedena níže.

Tab. 8-4. *Propočet tonáže na obrátku*

	topol	borovice
objemová hmotnost sušiny (kg/m <sup>3</sup> )	0,53	0,68
prm (prostorový metr obsahuje 60-75% dřeva)	0,7	0,7
prm (váha v t)	0,371	0,476
t/35m <sup>3</sup>	12,985	16,66

Zdroj: (Rojek-tepelná technika)

## 8.2. Energetické výnosy a ztráty

Energetický výnos E je přímo úměrný hmotnostnímu výnosu (tonáži) N a termální hodnotě H, a také závisí na obsahu vody W v materialu. (Scholz a spol. 1998)

Vzorec 8-5. 
$$E = N \cdot H = N [ (H_{db} (1 - W/100)) - 2.45W/100 ]$$

Obecně platí, že výhřevnost  $H_{db}$  bezvodné biomasy je mezi 17.5 MJ/kg pro stébelniny a až 19.5 MJ/kg v případě dřeva. (Scholz a spol. 1998)

V tomto projektu budou, vzhledem k dostupnosti celistvých informací o energetických nákladech jednotlivých procesů zajišťování biomasy, brány v úvahu: sláma ze žita ozimého, ozdobnice čínská, topoly a borovice (viz Tab. 8-3.). Dále bude kalkulováno se senem získávaným z trvalých travních porostů a další odpadní biomasou ze zahrad a sadů, pro které však údaje o energetických nákladech nejsou k dispozici. Lze však předpokládat, že se budou velmi blížit topolům v případě ovocných dřevin a slámě v případě sena. Totéž platí pro údaje o borovici, které lze aplikovat na smrčiny. Také lze předpokládat, že se údaje pro slámu ze žita ozimého budou velice blížit slámě z dalších obilovin i slámě technických plodin.

V případě **topolu** a **borovice** se jedná o rostliny nevyžadující hnojení, či ochranné prostředky (Scholz a spol. 1998), tudíž jsou výnosy pro konvenční i ekologické zemědělství v tomto projektu považovány za totožné. Obsah vody v čerstvě poraženém stromu je 40 - 60%. V případě RRD (topoly) je sklizňová vlhkost 25 – 30%. Ponecháme-li dřevo pod střechou v průvanu, klesne obsah vody za půl až jeden rok na 20% o výhřevnosti 14.9 GJ/t. Při takovémto obsahu vody je již možno po naštěpkování dřeva štěpku tvalet skladovat bez rizika vzniku plísní (Jiríček a Rábl 2005).

**Ozdobnice čínská** – *Miscanthus sinensis*, je vytrvalou trávou vysokého vzrůstu. Nejlépe se jí daří na lehčích půdách, spíše v teplejších oblastech s vyšším množstvím srážek. Ozdobnice se v roce výsadby nesklízí, v druhém roce pěstování dává výnos do 10 t/ha sušiny, ve třetím roce a dalších letech 20–25 t/ha sušiny. Jako vytrvalá rostlina by se měla pěstovat na jednom stanovišti 10 až 15 roků. (Gabrielová H. 2007)

V ČR je ji možno pěstovat pouze mimo ZCHÚ.

Výsledky rakouské studie ukázaly, že použití hnojiv v různých množstvích, mělo minimální vliv na její výnosy. Sklizeň je z hlediska nižšího obsahu vody lépe provádět v lednu až únoru, kdy obsah vody klesá ze zářijových 55% až na 30%. V tom případě je však potřeba počítat s nižšími výnosy v důsledku opadu listů. V případě, kdy nebyla žádná hnojiva použita byl výnos v druhém roce po založení porostu 8.54t/ha, ve třetím roce již 22.69 t/ha (V tomto projektu bude uvažován průměr 12 t/rok a doba setrvání na stanovišti

10 let (VÚKOZ). Ztráty z opadu listů snížily výnosy ve třetím roce o 2.13 ha (tj. 9.39%) (Schwarz a spol. 1994). Za použití balíkovací technologie a po půl roce ponechání balíků na zakrytém, provzdušněném místě lze obsah vody dále snížit o dalších 17% (Nolan a spol.). Ztráty biomasy z použití balíkovací technologie, způsobené zejména nedokonalým sebráním sklizně z pole, činily v průměru 4% (Nolan a spol.). Výhřevnost Ozdobnice je, při vlhkosti 15%, 14.5GJ/t (Sovák a Stupavský).

Údaje o výnosu slámy **žita ozimého** v konvenčním i ekologickém zemědělství vychází z výnosu odrůdy Fernando (Petr a Mičák) vynásobené hodnotou 1.2, jelikož byl zvolen poměr zrno:sláma 1:1.2. Poměry žitného zrna ku slámě se v různých pracích liší a pohybují se v rozmezí 1:0.8 - 1:1.7 (Nezhoda; ČZÚ 2004; Neuerburg a Padel 1994).

V projektu je také jako technická plodina a zdroj biomasy uvažována **sláma technických plodin a sláma dalších obilovin** (vyjma žita). V případě technických plodin lze uvažovat výnosy slámy 3.6t/ha (Motlík a spol.), pro ekologické zemědělství ponížené o cca 20% na 3t/ha, viz odstavec 6.2. Dobrým reprezentantem, zejména z pohledu výnosů, je řepková sláma. Sláma z řepky se prakticky nevyužívá jako stelivo, je to spíše balast s malým obsahem živin. Dále se špatně zaorává, obtížně se v půdě rozkládá a nevytváří dobré lůžko pro osivo. Řepkové slámy je na poli kolem 6 t/ha a více, ale prakticky se sklídí jen asi 3 t, protože je vysoký řez. Řepková sláma obsahuje přes 35% vody po sklizni, ale rychle prosychá a již za 2-3 dny při pěkném počasí klesne obsah vody pod 20%, což je vhodné pro sklizeň, skladování i spalování. Vzhledem ke své struktuře dobře prosychá i pod střechou v prostém průvanu. Výhřevnost slámy se pohybuje kolem 14 GJ/t, což je stejná výhřevnost jako má dobré hnědé uhlí. (Jiríček a Rábl 2005) Sláma obilovin má při sklizni vlhkost nižší (15%), tudíž není bezpodmínečně dále její vlhkost snižovat, výhřevnost je 14 GJ/t (Beranovský a spol.). Poměr zrno:sláma je opět volen 1:1.2 ze stejných důvodů, jako v případě žita.

### 8.2.1. Ztráty z přepravy, zpracování a skladování

Vedle hmotnostních ztrát biomasy způsobených výparem vody a technologií sklizně je potřeba dále počítat se ztrátami organické hmoty, ke kterým dojde v průběhu přepravy, skladování a zpracování biomasy. Ztráta závisí na použité technologii a typu zpracovatelského řetězce.

Často je biomasa ponechána přes zimu na poli za účelem snížení obsahu vody z 50% na 30%. Ačkoli tento přístup nevyžaduje pro člověka žádné energetické náklady, může po delší době docházet k rozkladným procesům a tak i k úbytku množství biomasy. Rychlost rozkladu vzrůstá s nárůstem vlhkosti a je největší pro mokrou štěpku, u které ztráty suché hmoty činí 3% za měsíc.

Štěpka může být zkracována až na velikost vhodnou pro peletizaci. V závislosti na druhu použité přepravy mohou ztráty v peletizačním řetězci dosahovat 10% při využití pozemní dopravy a až 15% v případě dopravy lodní, zejména z důvodu častějšího překládání materiálu (Hamelinck a spol.).

Jelikož je v tomto projektu uvažována pouze automobilová doprava budou zde započítávány ztráty 10% v případě peletizace, 2% při štěpkování (Hamelinck a spol.). a 4% v případě balíkování (Nolan a spol.).

Tab. 8-5. Energetické výnosy a ztráty různých druhů a forem biomasy

Druh biomasy	Produkt	Sklizňová vlhkost (%)	Pokles vody skladováním (%)	Ztráty zpracováním (%)	Další ztráty %	Ztráty celkem (%)	Výnos t/ha	Výnos GJ/t	Výnos (GJ/ha)	Výnos po ztrátách (GJ/ha)
dřeviny (borovice)	štěpka	40-60 (50)	30	2		32	2,01	14,3	29	19
RRD (topoly)	štěpka	25-30 (27,5)	7,5	2		9,5	10	14,3	143	129
sláma řepky	balík	35	15	4		19	3	13,5	41	33
sláma obilí	balík	15		4		4	5,218	14	73	70
ozdobnice	balík	30	17	4	9,39	21	12	14,5	174	137
seno	balík	15		4		4	3	12	36	35

Zpracoval: Lébl

### 8.3. Energetická bilance a energetický zisk

Po úvahách provedených v předchozích odstavcích můžeme vzorec pro výpočet energetického zisku (EZ) zapsat jako:

$$\text{Vzorec 8-6.} \quad \text{EZ} = E - Q + Z$$

Kde E je energetický výnos, Q je kumulativní energetický náklad a Z jsou ztráty

Pokud přihlídneme k efektivitě jejího využití zařízeními pro výrobu energie, můžeme do vzorce přidat faktor efektivy využití energie  $E_{ve}$ , který může nabývat hodnoty 0-1 a získáme čistý energetický zisk CEZ

$$\text{Vzorec 8-7.} \quad \text{CEZ} = (E - Q + Z) \cdot E_{ve}$$

## 9. Spotřeba energie a její efektivní využívání (dle Vonka 2003)

Efektivita využívání energetického potenciálu je závislá nejen na technologickém rozvoji dané společnosti, ale také na tom, jak s ní člověk dokáže hospodařit.

Je zřejmé, že pokud se bude trvale snižovat u objektů potřeba tepla na vytápění, bude spotřeba primární energie růst pomaleji a pokud se dokonce (uváženě) začne krýt tato potřeba energie převážně z obnovitelných zdrojů energie, pak se dosáhne „bodu zvratu“ a spotřeba primární energie začne klesat, což je jistě žádoucí stav.

Přestože jsou hodnoty v různých zemích odlišné, budovy přímo spotřebovávají okolo 30% veškeré energie (míněna konečná spotřeba energie) a až 50% celkové primární energie.

### 9.1. Struktura energetické spotřeby v českých domácnostech

Energie je v českých domácnostech spotřebovávána především na vytápění, přípravu teplé užitkové vody a v různých spotřebičích (elektrické) energie. Výše celkové potřeby energie a vlastní poměr mezi jednotlivými potřebami závisí na mnoha faktorech. Velmi výrazně závisí na tepelnětechnických vlastnostech obvodových konstrukcí budov, na individuálním chování obyvatel, na lokálních klimatických podmínkách apod. Přesto lze stanovit pro základní představu poměr těchto jednotlivých potřeb.

Největší podíl na konečné spotřebě v českých domácnostech je energie na vytápění. Přibližně 160 PJ/rok, tj. kolem 42 GJ/byt (11.67 MWh/byt). Zásadní rozdíl je mezi vytápěním domů na venkově a ve městě – ve městě má velký podíl na vytápění CZT a zemní plyn, naopak na vesnicích převládá spalování uhlí a dřeva.

Do 60. let byly domy pro více rodin stavěny převážně z cihel a tvárníc. V těchto „tradičně stavěných domech“ se nachází téměř 1 milión bytů. Od konce padesátých let se začaly používat pro stavbu bytových domů prefabrikované díly. Kvalita obvodového pláště budovy z tepelnětechnického hlediska byla špatná. Vzhledem k tomu, že v tomto období byla postavena většina bytových domů (60. až 80. léta), došlo ke zvýšení průměrné potřeby tepla na vytápění.

Spotřeba energie na vytápění je také závislá na velikosti obytné plochy bytu, která je v ČR 63.5 m<sup>2</sup>. Průměrná obytná plocha na 1 osobu je 18 m<sup>2</sup>.

Konečná spotřeba energie na přípravu TUV v českých domácnostech je přibližně 50 PJ/rok, tj. kolem 13 GJ/byt (3.61 MWh/byt). V ČR má 96% všech bytů teplou vodu (vodovod přímo v bytě má 98.5% bytů). V bytových domech převládá zásobování TUV z dálkových zdrojů (bloková kotelna, CZT), naopak v rodinných domcích převládá lokální příprava TUV v bojlerech, nebo průtokových ohřívačích

Konečná spotřeba energie elektrospotřebičů a ostatních konzumentů energie v českých domácnostech je přibližně 50 PJ/rok, tj. kolem 13 GJ/byt (3.61 MWh/byt). Následující tabulka shrnuje průměrnou spotřebu elektřiny v domácnostech.



Tab. 9-1. Průměrná spotřeba elektřiny domácností

počet osob v domácnosti	průměrná spotřeba elektřiny v domácnosti kWh/rok	průměrná spotřeba elektřiny jedné osoby v domácnosti kWh/rok
1	1730	1730
2	2930	1465
3	3750	1250
4	4290	1070

Zdroj: (Vonka 2003)

Jak již bylo výše řečeno závisí poměr jednotlivých energetických potřeb na mnoha faktorech a jedním z nich je potřeba tepla na vytápění způsobená především vlastní koncepcí budovy a tepelnotechnickými vlastnostmi obvodových konstrukcí. U většiny našich domácností je dominantní potřeba tepla na vytápění, ale jak je vidět v tab. 4 a na obr. 25 lze vlastním konceptem budovy z této potřeby učinit potřebu spíše minoritní.

Tab. 9-2. Rozdělení potřeby energie v bytu o různé potřebě tepla na vytápění

označení	měrná potřeba tepla na vytápění kWh/(m <sup>2</sup> .a)	potřeba tepla na vytápění GJ/rok	potřeba tepla na přípravu TUV GJ/rok	spotřeba elektrické energie GJ/rok	přídavná spotřeba elektrické energie *) GJ/rok
D 250	250	90	15,2	12,5	0
D 100	100	36	15,2	12,5	0
D 50	50	18	15,2	12,5	0
D 15	15	5,4	15,2	12,5	1,6

\*) touto spotřebou je myšlena spotřeba zařízení zajišťujících nucené větrání, teplovzdušné vytápění a rekuperaci. Zdroj: (Vonka 2003)

## 9.2. Zefektivnění výroby energie (Beranovský 2007)

Pro zajištění maximálního technologického potenciálu je potřeba vybrat zařízení, které zajistí efektivní konverzi biomasy na využitelnou energii podobě tepla, či elektřiny.

Při výrobě elektřiny spalováním fosilních paliv nebo biomasy vždy vzniká teplo. Principem kogenerace, tj. kombinované výroby tepla a elektrické energie, je toto teplo využít a zvýšit tak účinnost využití paliv. Při výrobě elektřiny v současných velkých tepelných (uhelných a jaderných) elektrárnách se využije zhruba 32 % energie obsažené v palivu; zbytek bez užitku odchází do vzduchu chladicími věžemi. Na druhé straně u nás existují tisíce městských výtopen a větších kotelen, které z uhlí vyrábějí pouze teplo, ačkoli by mohly zároveň produkovat i elektřinu.

V teplárnách a jiných kogeneračních zařízeních, kde se teplo vyrábí společně s elektřinou, je spotřeba paliv na jednotku vyrobené energie nižší. Tomu odpovídá i snížení emisí škodlivin v globálním měřítku. Kogeneraci lze velmi dobře využít ke zvýšení efektivity malých zdrojů a k decentralizaci výroby elektřiny, která s sebou nese také snížení ztrát v elektrorozvodné síti a vyšší bezpečnost dodávek - výpadek jednoho menšího zdroje nemá významný vliv.

### **9.2.1. Parní kombinovaná výroba elektřiny a tepla**

Parní kombinovaná výroba elektřiny a tepla se provádí prostřednictvím páry vyrobené v parním kotli pomocí fosilních či nefosilních paliv (např. hnědé uhlí, biomasa). Pára se přivádí do parního motoru, protitlaké nebo kondenzační odběrové parní turbíny, kterými se pohání generátor elektrické energie. Teplo ve formě páry, jejíž tlak odpovídá konstrukci stroje nebo požadované teplotní úrovni tepelné energie, se odebírá z výfuku parního stroje, z protitlaku (odběru) parní turbíny.

Celková účinnost využití energie obsažené v primárním palivu je cca 77-87 %, přičemž dominantní je účinnost výroby tepla (v závislosti na tlaku před a za turbínou cca 62-76 %). Účinnost výroby elektřiny se pohybuje mezi 8-20 % (je známo i 40%, OPET Finland 2004). Stupeň zhodnocení primárního paliva na elektřinu je oproti plynové kogeneraci nižší.

Pro tento projekt bude uvažováno s maximální zjištěnou celkovou účinností využití energie pro střední zdroje - 87% (67% pro energii tepelnou a 20% pro elektrickou energii).



## 10. Výběr pilotního území

Pro tento projekt byla vybrána taková obec, ve které neproběhla plynofikace a ve které není pro společné vytápění používán jiný zdroj energie.

Po proběhnutých jednáních s krajským úřadem Vysočina a obecním úřadem v Novém Městě na Moravě, byla vybrána obec Žďárec. Volba obce byla také umocněna skutečností nesouhlasu obyvatel s plynofikací, z důvodu obav z narůstajících cen zemního plynu.

Místem pro kolekci biomasy v obci bylo vzhledem k výhodné poloze (střed obce) a dostatku místa zvoleno kulturní středisko.

### 10.1. Charakteristika pilotního území

Obec **Žďárec** se nachází v jihovýchodní části České republiky, ve zvlněné krajině jihovýchodního okraje **Českomoravské vysočiny**, který se překrývá s (1) jihozápadní částí bioregionu **Sýkořská pahorkatina**, jenž je hornatinou se sítí hlubokých skalnatých údolí Svratky a jejich přítoků zahrnujících též **Bobruvku** a **Libochůvky**, místní toky Žďárce, a také s (2) bioregionem **Nedvědicá vrchovina**.

Území obce je tvořeno dvěma katastry (**Žďárec**, **Víckov**), jež jsou charakteristické mírně členitým reliéfem s úzkými nivami vodních toků, na severovýchodě **Bobruvky**, **Libochůvky** v jeho jižní části, depresemi jejich přítoků, střídáním zemědělské krajiny s lesními celky na svažitých úbočích, a strmými, pomístně skalnatými svahy. (Kabeláč 1999)

Obec **Žďárec** se skládá ze sídel **Žďárec**, **Ostrov**, **Víckov** a osady **Suchomel**.

**Ostrov** leží přibližně 1 km JV směrem od **Žďárce** – v mírně zvlněné zemědělské krajině. Obec je ulicovou vsí, tvořenou zástavbou volně stojících domků podél cesty.

**Víckov** je tvořen shlukem jednopodlažních domků v mírně zvlněné krajině na severním úpatí stejnojmenného vrchu Víckova. V blízkosti obce pramení bezejmenný přítok **Bobruvky**.

Osada **Suchomel** se nachází v poměrně úzkém údolí v meandru řeky **Libochůvky**, cca 3 km JV od **Žďárce**. Jedná se o bývalý mlýn se dvěma samotami při cestě procházející údolím.

Sídlo **Žďárec**, jádro obce, leží v mírně členitém terénu, severně nad údolím **Libochůvky**. V menší části obce, jenž je propojena s jádrem obce domkářskou zástavbou, a která leží v přílehlé poloze k údolí **Libochůvky**, se nachází farní kostel Sv. Petra a Pavla, fara, stará škola, nový hřbitov, objekty dvou bývalých mlýnů s pilami a další, původně domkářská zástavba.

**Viz mapa (Příloha 1)**

### Geomorfologie geologie a pedologie

Podle geomorfologického členění ČR patří území obce do soustavy České vysočiny, podsoustavy Českomoravské vysočiny, horopisného celku Křižanovská vysočina, podcelku Bítešská vrchovina.

Území obce je charakteristické mírně členitým reliéfem, sklánějícím se od severu k jihu s výškovou členitostí od 290 do 464 m.n.m., s oříznutými údolími vodních toků a strmými, pomístně skalnatými svahy.

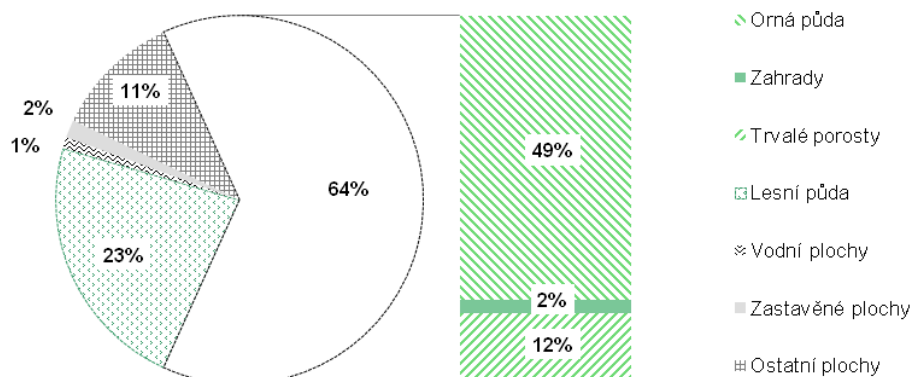
Geologický podklad půd tvoří především horniny krystalinika prvohorního stáří. Krystalinikum je zastoupeno převážně ortorulami i deluvii pararul. Větší zastoupení křemene zpomaluje zvětrávací proces. V území se dále vyskytují nevápnité (místa slabě vápnité) nivní uloženiny, nacházející se v údolních polohách místních vodních toků. Půdy se zde vytvořily hluboké až velmi hluboké, lehčí až středně těžké. (Kabeláč 1999)

Tab. 10-1. Struktura půdního fondu katastrálních území obce k roku 2006 v ha

Kategorie pozemků	KÚ Žďárec	KÚ Vickov	Celkem (ha)
Orná půda	287,9	73,6	361,5
Travní porost	71,2	33,4	104,6
Zahrada	14,0	2,9	16,9
Ovocný sad	1,3	1,6	2,9
Lesní pozemky	134,9	89,1	224,0
Vodní plochy	5,8	4,7	10,5
Zastavěné plochy	9,4	1,3	10,7
Ostatní plochy	65,3	7,6	72,9
<b>Zdarec Celkem</b>	<b>589,8</b>	<b>214,2</b>	<b>804,0</b>

Zdroj: (ČSÚ)

Graf 10-1. Struktura půdního fondu obce Žďárec



Zdroj: (ČSÚ)

### Lesní porost

Na území obce Žďárec se nachází lesní plochy v rozsahu 134,9 ha, jejich rozloha je stabilizovaná a většina je ve vlastnictví fyzických osob.

Lesní porosty mají pozměněnou druhovou skladbu, dokonce i v polohách velmi obtížných na lesnické hospodaření. V druhové skladbě převažuje borovice lesní, smrk ztepilý, v některých lokalitách je vyšší příměs modřínu, dubu zimního, lípy srdčité. Lesní porosty mají kromě funkce výrobní, významnou funkci ekologickou, krajinářsko-estetickou i rekreační. (Kabeláč 1999)

## **Zemědělství**

V zájmovém území hospodářskou základnu tvoří převážně zemědělská a lesní prvovýroba. Zájmové území je tvořeno z cca 64 % zemědělskou půdou - plochami orné půdy, luk a pastvin, zahrad a sadů, s minimálním zastoupením zeleně ve velkovýrobních plochách zemědělské půdy.

## **Klimatologie**

Převážná část území leží dle Quitta v oblasti mírně teplé MT 3, severní část území v chladné oblasti CH 7. V celém území se projevuje gradient, kdy s klesající výškou od severu k jihu klesají srážky a rostou teploty. Průměrná roční teplota oblasti je 6.7 °C. (Kabeláč 1999)

Množství srážek je v území poměrně nízké, (600 mm/rok), neboť region leží ve srážkovém stínu Českomoravské vrchoviny. (Kabeláč 1999)

## **Hydrologie**

Řešené území patří do povodí Moravy, dílčího povodí řeky Svratky. Nejvýznamnějším vodním tokem je Bobrůvka, která tvoří část SV hranice území obce, jedná se o vodní tok s přírodě blízkými vodními a pobřežními společenstvy. Vysoká druhová diverzita pro území typických společenstev je zčásti ohrožována rozvojem rekreace a úpravami koryta.

Ohrožení představují i prováděné změny kultur na přilehlých pozemcích, zejména zornění až po samu břehovou hranu toku, čímž dochází ke ztrátě ochranného pásma vodních toků a narušování břehových společenstev.

Dalším významným tokem, odvodňujícím JZ část zájmového území, je Libochůvka.

Západně od obce Žďárec (na k.ú. Vratislávka) pramení Kozlí potok, procházející severně za Žďarcem, kde jsou dvě vodní plochy, dále pokračuje východním směrem, z části tvoří hranici s k.ú. Tišnovská Nová Ves, kde je již přírodního charakteru.

Vodní plochy jsou reprezentovány víceúčelovými nádržemi při všech sídlech zájmového území, významné je zachování přírodního charakteru těchto zdrží, kromě funkce vodohospodářské mají i významnou funkci krajině-obytnou a estetickou. (Kabeláč 1999)

## **10.2. Současný stav využívání energie**

### **10.2.1. Zásobování elektrickou energií**

V současné době je obec zásobována energiemi jednocestně, pouze elektřinou. Správcem a provozovatelem distribuční soustavy je JME, a.s. Brno.

### **10.2.2. Zásobování teplem**

Obec nemá vybudovány žádné centrální tepelné zdroje. Teplofikace obce je v současné době zajišťována zejména tuhými palivy (uhlí, dřevo) prostřednictvím lokálních zdrojů tepla, jež ve svém součtu značně zamořují obec kouřovými exhalacemi, neboť dochází ke spalování převážně málo kvalitního uhlí, což je pozorováno hlavně v zimních měsících při inverzích.

V menší míře je pro vytápění využíváno elektrické energie a to přibližně 20 % bytového fondu, kotel na vytápění dřevoplynem mají 4 % a dva rodinné domy využívají systému tepelných čerpadel typu vzduch/voda. Pro účely vaření je v současné době ve značné míře využíváno PB lahví a elektrické energie.

Celková roční potřeba energie na ohřev TUV a vytápění bytového fondu obce činí, při republikovém průměru 55 GJ/domácnost (Vonka 2003), 7700 GJ energie.

Dalším významným uživatelem tepelné energie je Kulturní středisko s kotlem o instalovaném výkonu 250 kW a efektivitou spalování cca 62 % (Ekowatt/Tabulka), jež ročně na ohřev TUV a vytápění spotřebuje cca 40 t koksu o výhřevnosti 1 100 GJ (27.5 MJ/kg) a cca 15 m<sup>3</sup> dřevního odpadu z obecního lesa (cca 10 GJ).

Objekt základní školy využívá pro topení a ohřev TUV tepelná čerpadla typu vzduch/voda.

Podniky zpracovávající dřevo (pily a stolárna) využívají k topení odpadní dřevo z vlastní produkce.

### **10.3. Možnosti využívání obnovitelných zdrojů energie v obci**

#### **10.3.1. Větrná energie**

Dle údajů získaných počítačovou simulací modelem VAS, a za předpokladu návratnosti vložených investic při průměrné roční rychlosti větru vyšší než 4.8 m/s, nejsou povětrnostní podmínky pro stavbu VE v obci příznivé. Ve studovaném území dosahuje vítr průměrné roční rychlosti pod 4 m/s. (Větrná energie 1997)

#### **10.3.2. Solární energie**

Obec Žďárec leží v otevřené krajině, svažující se k jihu, což je z hlediska slunečního osvitu výhodné. Na plochu jednoho čtverečního metru v obci Žďárec dopadne cca 3 900 MJ energie za rok. (Kabeláč 1999)

I když je využívání solární energie v obci možné, bude mít ještě nějaký čas pouze doplňkový přínos. Důvodem je vysoká pořizovací cena technologií určených pro její využívání a v případě fotovoltaiických panelů i malá efektivita. Vhodné je doplňkové využívání solárních panelů pro ohřev TUV a to obzvláště v letních měsících. V případě novostaveb je žádoucí do designu integrovat takové architektonické prvky, které budou pasivně využívat solární záření. U starších budov se může realizovat v případech rekonstrukcí, ale i stavbou prosklených přístavků.

#### **10.3.3. Vodní energie**

V obci bylo v minulosti vodní energie využíváno. Na Libochůvce se nacházely nejméně dva mlýny, které využívaly energie toku ke zpracování dřeva. Vzhledem ke zvyšujícímu se objemu výroby, pro který kinetická energie toku nepostačovala, bylo od tohoto způsobu využívání Libochůvky upuštěno. Významnějším vodním tokem území obce je Bobrůvka, protékající okrajem katastrálního území poblíž osady Víckov, s ročním průměrným průtokem 1.4 m<sup>3</sup>/s. Využitím tohoto potenciálu by došlo ke změnám v charakteru toku a mohlo tak ohrozit přítomná, přírodě blízká, vodní a pobřežní společenstva. Využití tohoto toku tedy vyžaduje podrobnější analýzu případných vlivů na tyto ekosystémy a předběžně nelze počítat s využitím jeho energie.

#### **10.3.4. Geotermální energie**

Podle průzkumů provedených v minulosti, nepatří lokalita obce Žďárec mezi oblasti, jež by umožňovaly energetické využívání geotermální energie. (obec Žďárec)

### 10.3.5. Tepelná čerpadla

Vzhledem k dobrým zkušenostem s TČ vzduch/voda lze o tomto způsobu výroby energie z finančního hlediska uvažovat. Přínos TČ z hlediska snížení znečištění životního prostředí je diskutabilní, obzvláště u čerpadel s faktorem menším než 2.5.

Předtím, než byl systém TČ zaveden do objektu základní školy, byla za účelem zjištění možností odebírání tepla z vodních ploch v obci provedena analýza. Výsledek byl negativní, plochám by hrozilo zamrznutí. Existuje zde však i možnost využívání vodních toků obce pro čerpadla typu voda/voda. (obec Žďárec)

### 10.3.6. Biomasa

V obci Žďárec existují podniky dřevní výroby, u nichž lze očekávat produkci dřevního odpadu. V katastrálním území obce se také nachází poměrně mnoho lesní půdy s produkcí dřeva, půdy orné a TTP, jenž by mohly být použity k cílenému pěstování energetických plodin. Nelze také opomenout potenciál odpadní biomasy z pěstování potravin.

Vzhledem k malému množství energie získatelné z ostatních obnovitelných zdrojů vyskytujících se na území obce Žďárec, jeví se využívání energie biomasy jako nejvhodnější řešení.

Tento projekt se bude zabývat geografickou analýzou potenciálu energetického využití biomasy jádra obce Žďárec, kterým je katastr Žďárec (dále také jen Žďárec). Hlavním důvodem tohoto výběru je objem zpracovávaných dat. Tato omezení by však neměla mít na výsledek projektu velký vliv, jelikož bylo postupováno tak, aby zde prezentovaný postup byl aplikovatelný na jakoukoli obec či katastr.

Aby bylo dosaženo efektivního využití půdy, je dobré přihlížet k její vhodnosti pro určité plodiny na základě hodnoty BPEJ, zejména HPJ.

Na území katastru se nachází 7 skupin HPJ. Na následující tabulce jsou zobrazeny vztahy mezi těmito hodnotami a dvěmi energetickými plodinami (topoly a ozdobnice).

Tab. 10-2. Vhodnost půdy pro pěstování energetických plodin

HPJ	orná půda	vhodnost	
		ozdobnice cínska	topoly
29	119,32	2 (průměrné)	2 (průměrné)
32	110,54	nevhodné	nevhodné
37	23,82	nevhodné	nevhodné
40	3,74	nevhodné	nevhodné
50	26,97	2 (průměrné)	1 (optimální)
58	2,10	1 (optimální)	1 (optimální)
68	1,40	nevhodné	1 (optimální)
suma	287,90		

Zdroj: (Havlíčková a spol.)

Dle dostupných údajů (Havlíčková a spol.) jsou pro topoly v klimatickém regionu s kódem 5, ve kterém se Žďárec nachází, nejvhodnější půdy o HPJ 50, 58 a 68, a také 29. Ostatní plochy jsou pro pěstování těchto plodin nevhodné. Pro ozdobnici jsou v dané lokalitě podmínky pro pěstování obdobné, viz Tab. 10-2.

Určitým měřítkem může také být cena půdy, řídící se vyhláškou, která bude v tomto projektu použita pro výběr území pro pěstování potravin.

Tab. 10-3. Ceny půdy katastru dle vyhlášky č. 3/2008 Sb.

Kč/m <sup>2</sup>	orná půda (ha)	kumulativní suma
5,79	2,1	2,10
5,73	75,6	77,74
4,73	21,2	98,91
4,63	27,0	125,89
4,18	22,4	148,31
3,62	13,8	162,11
3,33	5,3	167,40
3,03	0,0	167,41
2,78	62,9	230,30
2,63	7,3	237,55
2,28	19,9	257,49
1,07	22,7	280,21
0,92	1,1	281,31
0,87	1,4	282,71
0,74	5,2	287,90

#### 10.4. Potenciál energetického využití biomasy katastru Žďárec

V následujících odstavcích budou popsány 3 řešené varianty. Varianty na sebe navazují. První varianta (Varianta 1) vybírá menší soubor parcel pro cílené pěstování biomasy, za účelem pokrytí energetické potřeby kulturního střediska (příprava TUV a vytápění). Použitý postup práce je poté aplikován na variantu druhou (Varianta 2), která do analýzy zahrnuje pro 331 obyvatel Žďárce takovou výměru pozemků, která je v ČR v přepočtu na osobu a metr čtverečný dostupná. Její zjištění jsou ve variantě třetí (Varianta 3) extrapolovány na zbytek území katastru a dále na nejbližší okolí za účelem vývozu, či dovozu energie z něj.

##### 10.4.1. Energetické využití biomasy pro kulturní středisko obce (Varianta 1)

Varianta 1 bude počítat s využitím biomasy pro potřeby Kulturního střediska obce. Na základě předběžného výpočtu vycházejícího z údajů v kapitole 8 byla vypočtena zemědělská plocha potřebná pro zajištění dostatečného množství biomasy pro Kulturní středisko. Pro záměrné pěstování biomasy byly vybrány topoly, které budou vzhledem k údajům v odstavci 8.1.5. štěpkovány. Vzhledem k energetickým potřebám kulturního střediska (odstavec 10.2.2.) pro zajištění dostatečného množství tepla a TUV, činí rozloha potřebné plochy cca 6,9 ha (při využití kotle na biomasu o efektivitě 80%). Je tedy potřeba zajistit 852 cca GJ energie.

#### 10.4.2. Energetické využití biomasy pro zajištění energetických potřeb bytového fondu Žďárce (Varianta 2)

Tato varianta vychází z průměrné plochy vybraných kategorií pozemků na jednoho obyvatele ČR v m<sup>2</sup>, viz Tab. 10-4. Tyto průměrné rozlohy všech kategorií pozemků, které jsou zdrojem biomasy, jsou vynásobeny počtem trvale žijících osob ve Žďárce (331).

Tab. 10-4. Plochy kategorií pozemků na 1 obyvatele ČR a Žďárce v m<sup>2</sup>

Kategorie pozemků	Celková plocha ČR (ha)	rozloha/osobu (m <sup>2</sup> )	
		ČR	Žďárec
Orná půda	3 047 251	2 966	8 310
Travní porost	973 790	948	2 060
Zahrada	161 813	158	423
Ovocný sad	46 990	46	38
Vinice	18 669	18	0
Chmelnice	10 966	11	0
Lesy	2 647 414	2 577	3 940

Získáme tak vybrané, dostupné (dále jen vybrané) rozlohy ploch uvažovaných kategorií pozemků využitelných pro potřeby Žďárce (třetí sloupec tabulky níže) a zbytkové plochy (čtvrtý sloupec - plochy k dalšímu využití), které budou zahrnuty do kalkulace možného exportu biomasy do přilehlých obcí ve Variantě 3, graf a tabulka níže.

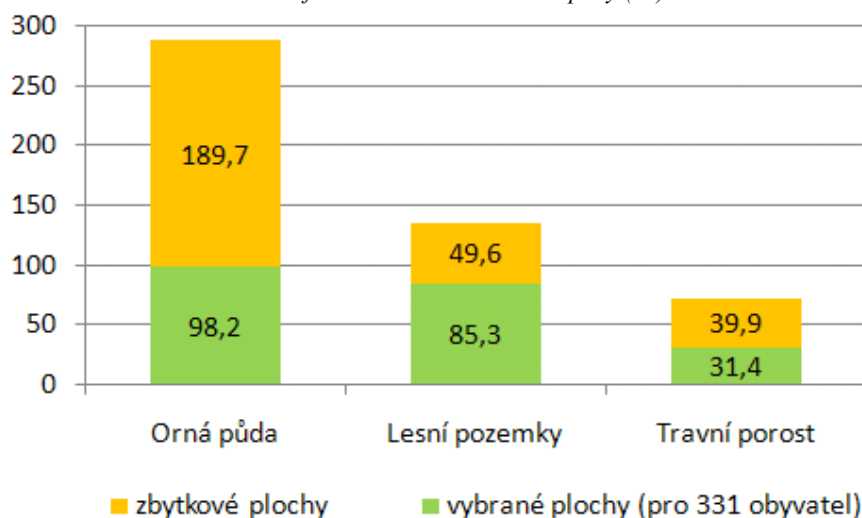
Tab. 10-5. Rozvaha rozdělení půdy

KATEGORIE	celkem půdy v obci (ha) *	zahrnuto do Varianta 2 (331 obyvatel)	plochy k dalšímu využití (ha)
orná půda	287,9	98,2	189,7
TTP	71,2	31,4	39,9
lesní pozemky	134,9	85,4	49,5
suma	494,1	215,0	279,1

\*do rozvahy se nezahrnují zahrady a ovoc. sady. U nich se využije celá plocha.



Graf 10-2. Rozvaha rozdělení půdy (ha)



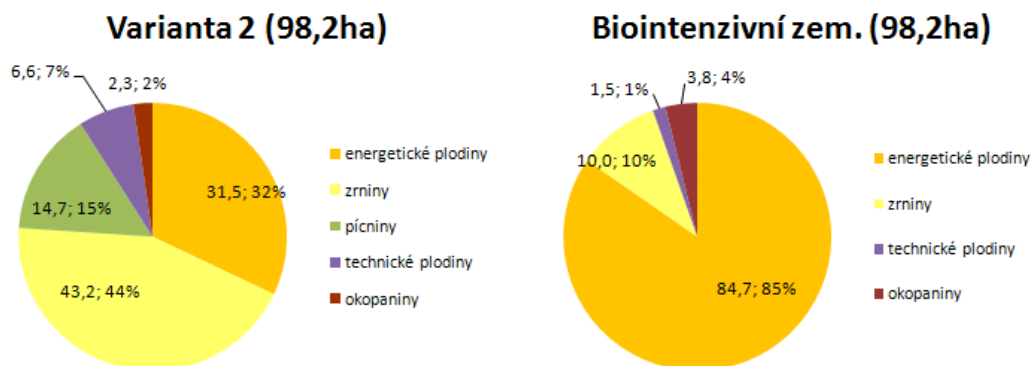
S celou výměrou vybraných ploch však nelze pro pěstování biomasy počítat, jelikož je potřeba uspokojovat další potřeby, jako například produkci potravin, ochranu významných přírodních území a lokalit, a podobně.

#### 10.4.2.1. Pokrytí potravinových potřeb Žďárce

##### 10.4.2.1.1. Orná půda

Dle hodnot uvedených v odstavci 7.1., je pro zajištění potřeby potravin nutno pro jednu osobu počítat s 1995 m<sup>2</sup> orné půdy. Pro 331 trvale žijících obyvatel v obci je tedy nutno z vybraných ploch vyčlenit 66 ha (tj. 68%) orné půdy. I přesto, že nejsou potraviny primárně pěstovány pro produkci biomasy, mohou být jejich dobrým zdrojem v podobě biomasy odpadní (Odstavec 8.2.), zejména v podobě slámy z pěstování zrnin a technických plodin. S odpadní biomasou okopanin a pícnin není v této práci uvažováno. Následující graf uvádí rozvahu využití orné půdy tak, jak s ní bude ve Variantě 2 uvažováno. 66 ha orné půdy vyčleněné pro potravinové účely je využito pro pěstování zrnin, pícnin, technických plodin a okopanin. Zbylých 32 ha lze využít pro cílené pěstování energetických plodin.

Graf 10-3. Rozvaha využití orné půdy u Varianty 2 a Biointenzivního zemědělství





**10.4.2.1.2. Trvalé travní porosty**

TTP jsou často využívány jako pastviny. To platí zejména pro ekologické zemědělství v jehož případě je potřeba pro přibližně 2 velké dojírné jednotky (VDJ) zajistit 1 ha půdy (Neuerburg a Padel 1994). V případě Žďárce se celkově jedná o cca 19 ha (pro 35 ks skotu (osobní sdělení: Klement, samostatně hospodařící ekozemědělec + propočet autora)), se kterými tedy nebude pro energetické účely počítáno. Vybraných ploch TTP je tedy 12.59 ha.

Jeden kus skotu však dále průměrně spotřebuje 3 kg sena a 4.8 kg stelivové slámy na den (Neuerburg a Padel 1994). Celkově se tedy pro zajištění potravinových potřeb 331 osob v obci za rok spotřebuje 61 tun slámy (12 ha) a 38 tun sena. O tyto hodnoty je nutno energetický potenciál TTP ponížit a orné půdy, viz Tab. 10-6. Z toho tedy vyplývá, že s 31.4 ha TTP nelze pro energetické využití počítat, jelikož je všechna biomasa z jejich ploch využita v zemědělství.

**10.4.2.2. Plochy pro cílené pěstování biomasy**

Po odečtení 66 ha z vybraných ploch orné půdy, potřebných pro zajištění potravin ekologickým zemědělstvím, zbývá cca 32 ha pro jiné, například energetické využití (Graf 10-3.). V případě biointenzivního zemědělství by tyto plochy mohly být až 2.7x větší. Na příkladu ozdobnice čínské a topolů (komplexní data pro jiné plodiny nebyla nalezena) jsou v Tab. 10-6. uvedeny výnosy (plocha 32 ha rozdělena 50:50). Ve skutečnosti je z hlediska zajištění druhové diversity potřeba využít i jiné druhy energetických plodin a pokud možno místní druhy.

**10.4.2.3. Odpady z těžby dřeva v okolních lesích a odpady z dřevařské výroby**

Lesní pozemky (85.3 ha) poskytují každoročně až 2446 GJ odpadní biomasy i přesto, že téměř 20% těžebních a zpracovatelských zbytků (0.4 t/ha) zůstává záměrně po těžbě v lese, viz tab 7.2.

**10.4.2.4. Odpady ze zahrad a ovocných sadů**

Dalším zdrojem odpadní biomasy jsou zahrady i ovocné sady. Jejich potenciál je uveden v Tab. 10-6.

Tab. 10-6. Rozvaha využití vybrané plochy Žďárce a její energetické výnosy

kategorie	získaná biomasa	produkt	celkem (ha)	pouze potravinové účely (ha)	energetické účely (ha)	výnos (t/ha)	výnos (t)	GJ/t	výnos (GJ/ha)	výnos (GJ)
orná půda	ozdobnice čínská	balík	16,07		16,07	12,0	193	14,5	174	2 797
	topoly	štěpka	16,07		16,07	10,0	161	14,3	143	2 298
	ostatní zrniny (sláma)	balík	28,84	12	16,84	5,2	88	14,0	73	2 107
	žito ozimé (sláma)	balík	11,76		11,76	5,2	61	14,0	73	859
	pícniny		10,83	10,83	0,00				0	0
	technické plodiny (sláma)	balík	12,18		12,18	3,0	37	13,5	41	493
	okopaniny		2,44	2,44	0,00				0	0
zahrady	různorodá biomasa	štěpka	5,21		5,21	1,4	7	11,0	15	80
ovoc. sady	různorodá biomasa	štěpka	1,51		1,51	1,4	2	12,0	17	25
TTP	seno	balík	31,38	31,38	0,00	3,0		12,0	36	1 130
lesní poz.	odpad z roční těžby	štěpka	85,30		85,30	2,0	171	14,3	29	2 446
	CELKEM		221,6	56,6	165,0		720			12 236

Při výběru výsledného produktu (sloupec 3, viz tabulka výše) bylo přihlédnuto ke zjištěním z odstavce 8.1.6. Pro zrniny a technické plodiny byla v tomto odstavci 8.1.6. vybrána

balíkovací technologie "*round bale*" a pro topoly a dřevní hmotu z lesa výroba štěrky užitím "*motor-manual line*". Na základě úvahy v odstavci 8.2. byla pro odpadní biomasu ze zahrad a ovocných sadů vybrána, jako výsledný produkt, štěrka.

#### **10.4.3. Využití zbytkové plochy Žďárce (Varianta 3)**

Zjištění Varianty 2 budou extrapolovány na plochy k dalšímu využití, viz Tab. 10-5., a dále na širší území zahrnující sousední obce, včetně katastru Víckov, nacházející se v radiusu 15 km s centrem v obci Žďárec. Poté bude dále zjišťováno, do jaké obce je nejvhodnější v případě nadbytku vyprodukované energie ve Žďárci biomasu dovážet, anebo odkud ji importovat v případě jejího nedostatku.

Data o jednotlivých obcích území byla získána z webových stránek ČSÚ a obsahují informace o výměře těchto kategorií pozemků: orná půda, TTP, zahrady, ovocné sady a lesy; a dále informace o počtu obyvatel v obcích žijících, od čehož se odvíjí spotřeba potravin i energie dané obce.

## 11. Geografické zpracování vstupních dat

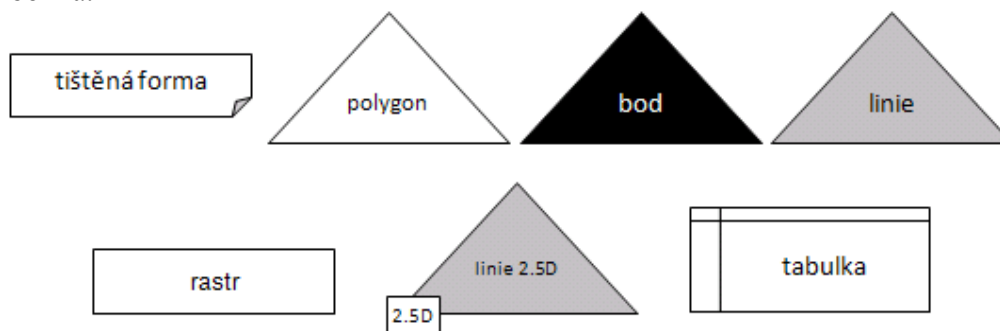
Z důvodu nalezení nejvhodnějších plodin pro vybrané území, eliminace degradace půdy, na níž se také podílí sklonitost terénu, započítání ochranných pásem, nalezení nejkratších cest z pozemků do místa zpracování/využití biomasy a zjištění lokálních energetických vstupů na její dopravu apod. je vytvořen model reálného světa, v prostředí GIS.

Využití GIS umožňuje identifikovat realitě velmi blízké vztahy mezi geoprvky vytvořeného modelu, nalézt možnosti a omezení a řešit vytvořený celek v širších souvislostech.

### 11.1. Podklady a jejich příprava pro geografické zpracování

Před vlastním geografickým zpracováním je potřeba některá získaná data konvertovat do požadované formy.

V následující části je v diagramech znázorňujících zpracování dat užita následující symbolika:

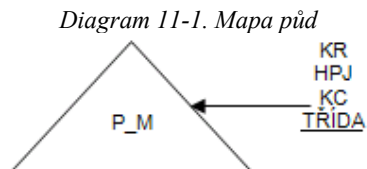


Obr. 11-1. Symboly použité pro znázornění zpracování dat

#### 11.1.1. Mapa půd (P\_M)

Mapa půd, získaná z VÚMOP, poskytl informace o půdně ekologických i klimatických podmínkách území (BPEJ) a tedy informace o tom jakým způsobem lze půdu využít. BPEJ, zejména pak HPJ, určuje, jaké plodiny jsou pro pěstování na daném pozemku nejvhodnější.

Z šesti-místného kódu B6 byly použity první 3 číslice (HPKJ), které byly dále rozděleny do atributů KR a HPJ. Dle hodnoty HPJ byly vyhledány ceny pozemků, které se staly součástí atributu KC.



**KR** – První číslice BPEJ značí příslušnost ke klimatickému regionu. Může nabývat hodnot (0-9). Podle kódu lze hodnotit vhodnost plodin pro dané území/pozemky.

**HPJ** - Druhá a třetí číslice BPEJ. Vymezuje příslušnost k určité hlavní půdní jednotce. Může nabývat hodnot (01–78). Podle kódu lze hodnotit vhodnost plodin pro dané území/pozemky.

**KC** - Základní ceny zemědělských pozemků podle BPEJ v Kč, dle vyhlášky č. 3/2008 Sb., jsou použity pro hodnocení kvality pozemků pro účely zajištění potravinových potřeb.

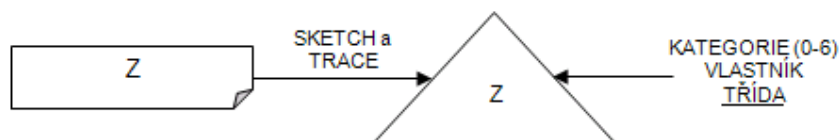
### 11.1.2. Vektorizace pozemků, jejich současná kategorizace a vlastnictví

Katastrální mapa území obce Žďárec byla získána v tištěné formě z katastrálního úřadu Brno-venkov. Mapa slouží k získání údajů o kategoriích pozemků a jejich vlastnických vztazích a z toho vyplývajících omezeních a možnostech jejich využívání.

#### 11.1.2.1. Vektorová katastrální mapa území (Z)

Tištěná verze katastrální mapy katastru Žďárec byla skenerem převedena do elektronické rastrové formy. (Parametry skenování: 600 x 600 DPI, 256 odstínů šedi). Rastr byl dále vektorizován v programu ArcGIS pomocí nástroje Sketch a Trace. Bylo použito základní nastavení, kdy snapping tolerance činila 7 pixelů.

Diagram 11-2. Vektorová katastrální mapa



Vznikl tak soubor polygonů a každému polygonu byly přiřazeny následující atributy:

**KATEGORIE** - hodnota atributu odlišuje současné využití pozemku:

- 0 - ostatní plochy (neidentifikované)
- 1 - orná půda
- 2 - trvalý travní porost (TTP)
- 3 - lesní pozemky
- 4 - zastavěné plochy se zahradami a sady
- 5 - vodní plochy a toky
- 6 - silnice

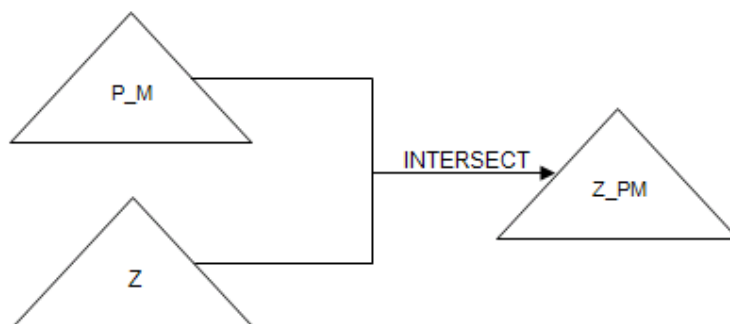
**VLASTNÍK** - hodnota atributu je rovna číslu listu vlastnictví daného pozemku

Výstup je uveden v Příloha 2.

### 11.1.2.2. Sloučení vektorové katastrální mapy (Z) s mapou půd (P\_M)

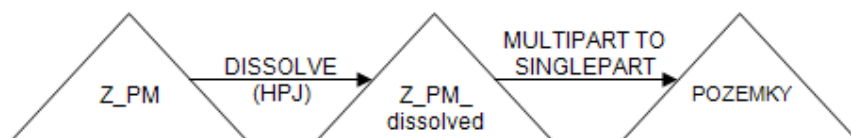
Za účelem provádění geografických analýz území obce jsou vrstvy Z a P\_M překryty pomocí funkce INTERSECT. Výsledná vrstva Z\_PM tedy obsahuje atributy obou vstupních vrstev.

Diagram 11-3. Sloučení vektorové katastrální mapy s mapou půd



Z důvodu existence velkého množství vlastníků parcel a jejich další fragmentací, způsobenou zejména rozdělením dle HPJ, a tudíž i velkého množství velmi malých pozemků (1429) v souboru Z\_PM, byly z důvodu zjednodušení výpočtu pro odstavec 13.4. parcely sloučeny (DISSOLVE) na základě stejné hodnoty HPJ, kterých je v dané lokalitě 7 a tomuto číslu odpovídá i počet instancí tříd výsledné vrstvy Z\_PM\_dissolved (tato vrstva tedy sdružuje pozemky o stejném HPJ pod stejnou instanci tříd (tj. jde o areál) i v případě, kdy spolu pozemky nesousedí. Proto je nad touto vrstvou v následném kroku provedena funkce MULTIPART TO SINGLEPART, která zajistí oddělení jednotlivých polygonů představujících pozemky bez ztráty informace o hodnotě HPJ.)

Diagram 11-4. Vytvoření vrstvy POZEMKY



Polygonová vrstva POZEMKY se nyní stává součástí databáze.

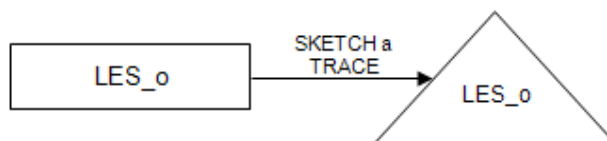
### 11.1.3. Ortofoto

Černobílá ortofota byla získána z ČÚZK. Ortofoto posloužila pro identifikaci cest/silnic a případně i dalších geoprveků neuvedených v jiných materiálech, a také k rektifikaci skenu katastrální mapy do souřadnicového systému S-JTSK, ve kterém je geografické zpracování prováděno.

### 11.1.4. Lesnické mapy – ÚHÚL

Vektorizací rastrové mapy získané z ÚHÚL vznikla vrstva lesů ochranných (LES\_o), která bude použita pro odhad energetického potenciálu lesa v odstavci 13.2.3.

Diagram 11-5. Vytvoření vrstvy lesů ochranných (LES\_o)



#### 11.1.5. Vrstevnice

Data ZABAGED jsou zdrojem liniové vrstvy vrstevnic, která je užita pro tvorbu DMT za účelem zjištění sklonitosti terénu.

#### 11.1.6. Silnice

Liniová vrstva silnic 1, 2 a 3 třídy, rychlostních komunikací a dálnic. Zdroj ArcCR513. Je využita pro hledání nejkratších cest mezi obcemi.

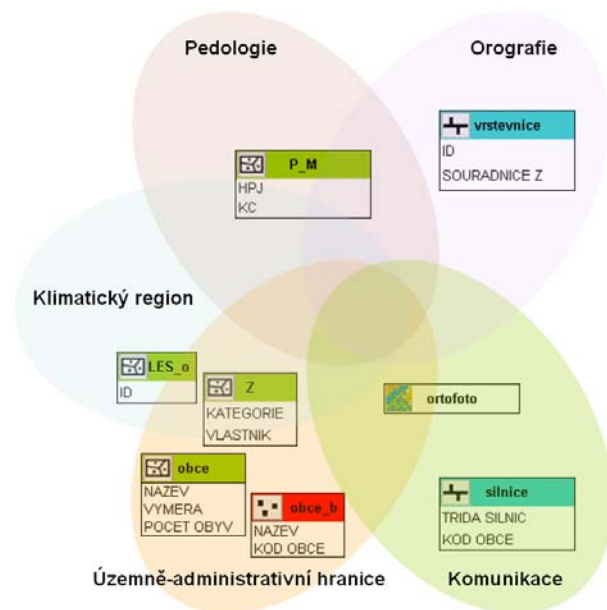
#### 11.1.7. Obce

Polygonová (obce) a bodová vrstva (obce\_b) slouží jako zdroj informací o lokaci a velikosti území obce a počtu obyvatel. Zdroj ArcCR513.

### 11.2. Geografická databáze

Na základě vstupních dat je na

Obr. 11-2. uvedena geografická databáze. Každá datová sada byla začleněna do příslušné skupiny dle Obr. 3-1., uvedeného v kapitole 3. Vedle zobrazení vlastních datových sad, jsou také patrný jejich průniky různými faktory životního prostředí.

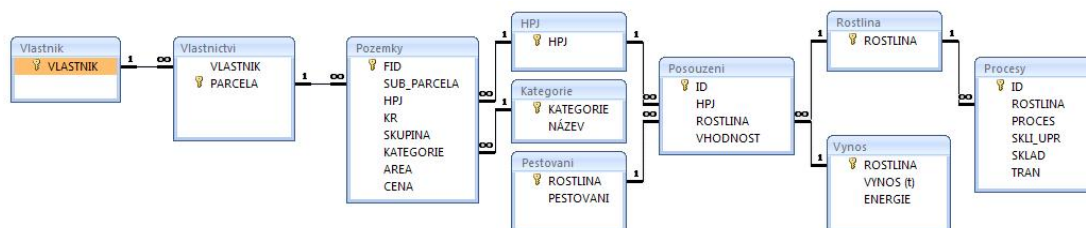


Obr. 11-2. Geografická databáze

## 12. Databáze

### 12.1. Databáze pro katastr Žďárec

Ze získaných poznatků z předchozích kapitol byla vytvořena následující databáze.



Obr. 12-1. Struktura databáze katastru Žďárec

#### 12.1.1. Tabulka „Vlastník“

Obsahuje seznam vlastníků parcel VLASTNIK. K tabulce Vlastnictví je ve vztahu 1:N.

#### 12.1.2. Tabulka „Vlastnictví“

Obsahuje seznam vlastníků parcel VLASTNIK a seznam parcel „PARCELA“. K tabulce Pozemky je ve vztahu 1:N.

Tab. 12-1. Tabulka Vlastnictví

Vlastnictví				
atribut	data type	precision	scale	key
VLASTNIK	short integer	4	0	N
PARCELA	short integer	4	0	A

#### 12.1.3. Tabulka "Pozemky"

Obsahuje informace o všech pozemkových parcelách, subparcelách i areálech sledovaného území.

Z důvodu, že jakákoli jedna parcela může být složena z různých částí, kdy každá z částí má jiné HPJ, na jejíž hodnotě závisí možnost pěstování určité plodiny, byl vytvořen atribut SUB\_PARCELA, který tuto skutečnost bere v potaz. Proto je tabulka Pozemky k tabulce Vlastník ve vztahu N:1. Dále podává v atributu KATEGORIE informaci o způsobu zařazení parcely (orná půda, TTP, les, vodní plocha, atd.). Tato informace je potřebná z důvodu rozhodnutí, kde je možné rostliny pěstovat a kde ne. K tabulce Kategorie je ve vztahu N:1. Atribut SKUPINA udává příslušnost k takové skupině parcel (areálu), které mají shodnou HPJ a zároveň spolu sdílí hranici. V atributu CENA je uvedena cena pozemku v Kč, stanovená dle hodnoty BPEJ a poslouží při výběru nej kvalitnější půdy určené pro pěstování potravin. Dalším atributem je AREA (plocha parcely v m<sup>2</sup>) a KR - klimatický region.



Tab. 12-2. Tabulka Pozemky

Pozemky				
atribut	data type	precision	scale	key
FID	short integer	4	0	A
SUB_PARCELA	short integer	4	0	N
HPJ	short integer	3	0	N
KR	short integer	1	0	N
SKUPINA	short integer	3	0	N
KATEGORIE	short integer	1	0	N
AREA	long integer	5	0	N
CENA	float	4	2	N

#### 12.1.4. Tabulka "Posouzení"

Tato tabulka uvádí všechny kombinace vztahu atributů HPJ a ROSTLINA (název rostlin: ozdobnice čínská, žito ozimé, topoly, borovice, a případně i další), ke kterým může ve sledovaném území docházet. Atribut VHODNOST hodnotí vhodnost dané rostliny pro pěstování na pozemku o dané HPJ.

Tab. 12-3. Tabulka Posouzení

Posouzení				
atribut	data type	precision	scale	key
ID	short integer	2	0	A
HPJ	short integer	3	0	N
ROSTLINA	text	32	0	N
VHODNOST	short integer	1	0	N

Atribut VHODNOST může nabývat hodnoty 1 - příznivé pro pěstování a 2 – méně příznivé (Havlíčková a spol.). Skutečné snížení výnosů v případě volby hodnoty 2 není známo. Tabulka Posouzení je k tabulce Pěstování ve vztahu N:1

#### 12.1.5. Tabulka "Kategorie"

Tabulka "Kategorie" podává v atributu NÁZEV informaci o způsobu zařazení parcely (orná půda, TTP, les, vodní plocha, atd.). Pomocí atributu KATEGORIE je každému názvu přiřazena číselná hodnota. Tato informace je potřebná z důvodu rozhodnutí, kde je možné, bez změny územního plánu, v současné době rostliny pěstovat a kde ne. Tabulka Kategorie je k třídě Pozemky ve vztahu 1:N.

Tab. 12-4. Tabulka Kategorie

Kategorie				
atribut	data type	precision	scale	key
KATEGORIE	short integer	1	0	A
NÁZEV	text	32	0	N

**12.1.6. Tabulka "Výnos"**

Zahrnuje všechny uvažované rostliny a uvádí informace o výnosech rostlin (t/ha) a získané energii (MJ/t). Tabulka Výnos je k tabulce Posouzení ve vztahu 1:1.

Tab. 12-5. Tabulka Výnos

Výnos				
atribut	data type	precision	scale	key
ROSTLINA	text	32	0	A
VYNOS (t)	float	4	2	N
ENERGIE	float	4	2	N

**12.1.7.****12.1.7. Tabulka "Pěstování"**

Atribut PĚSTOVÁNÍ uvádí k atributu ROSTLINA energetické náklady v GJ na vypěstování tuny biomasy na jeden hektar.

**12.1.7.**

Tab. 12-6. Tabulka Pěstování

Pěstování				
atribut	data type	precision	scale	key
ROSTLINA	text	32	0	A
PESTOVANI	float	3	1	N

**12.1.8. Tabulka „Procesy“**

Atribut PROCES udává k atributu ROSTLINA různé varianty úpravy a sklizně biomasy. V atributu SKLI\_UPR jsou v součtu uvedeny náklady na sklizeň a na to navazující náklady na úpravu v GJ/ha. Atribut SKLAD v GJ/ha uvádí energetické vstupy na skladování a atribut TRAN energetické vstupy pro transport v GJ/km. Tabulka je k tabulce Posouzení ve vztahu N:1.

Tab. 12-7. Tabulka Procesy

Procesy				
atribut	data type	precision	scale	key
ID	short integer	2	0	A
ROSTLINA	text	32	0	N
PROCES	text	32	0	N
SKLI_UPR	float	2	1	N
SKLAD	float	2	1	N
TRAN	float	6	5	N

### 13. Geografická analýza energetického potenciálu biomasy

#### 13.1. Identifikace primárních zdrojů biomasy Žďárce a vytvoření vrstev geograficky dostupných ploch pro její získávání

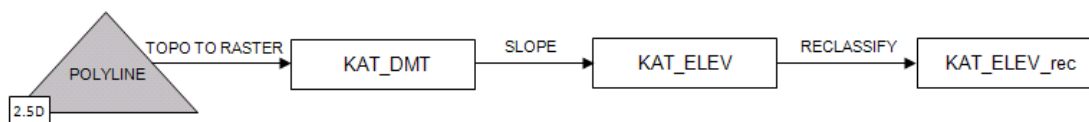
V této části budou identifikovány takové plochy, které poskytují příležitosti k využití jejich energetického potenciálu. Plochy, které jsou z hlediska využití nedostupné, budou z analýz vyloučeny.

##### 13.1.1. Vymezení nedostupných ploch

Reliéf území, spolu s jeho nadmořskou výškou, je významným přírodním faktorem ovlivňujícím využití území, zejména z hlediska dopravní průchodnosti terénu, která je ovlivněna jeho sklonitostí.

Za účelem analýzy geomorfologických podmínek území byla z vektorových dat ZABAGED použita liniová vrstva vrstevnic, která byla transformována na rastrovou vrstvu s názvem KAT\_DMT. Dále je pomocí funkce SLOPE zjištěna sklonitost území. Vzniklý rastr je poté reklasifikován do tří tříd, s ohledem na přístupnost ploch pro techniku: po 0 - 12, 12 - 40 a 40 a více stupních.

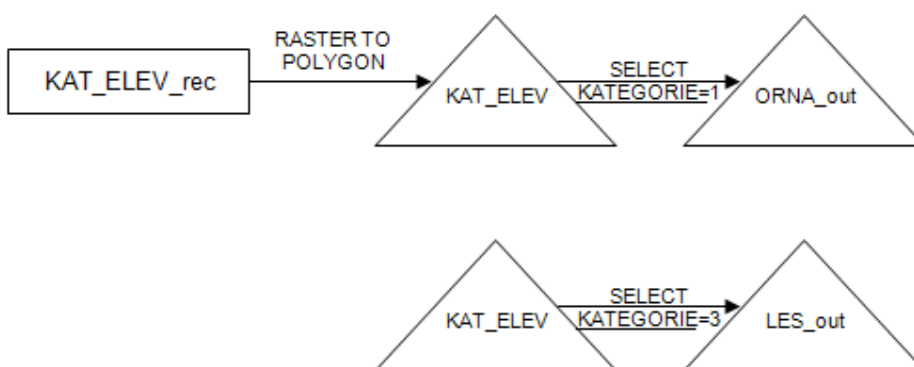
Diagram 13-1. Výpočet rastru sklonitosti terénu



Území o sklonitosti 0 - 12 (třída 1) stupňů jsou vhodná pro zajišťování zemědělských plodin (Forest Research 1998; Koh 2007) a do sklonitosti 40 stupňů (třída 2) pro těžbu dřeva (Lai a spol.; Prashad a Datadin 2003).

Z důvodu dalšího využití sklonitosti terénu v odstavcích 13.2.1. a 13.2.3., byla vytvořena vrstva sklonitostně nefných zemědělských ploch a lesů ORNA\_out a LES\_out.

Diagram 13-2. Nedostupné plochy



Další plochy vhodné pro vyčlenění, representované např. chráněnými krajinnými oblastmi, národními parky, přírodními památkami a rezervacemi, národními přírodními památkami a rezervacemi, se v dané lokalitě nenacházejí.

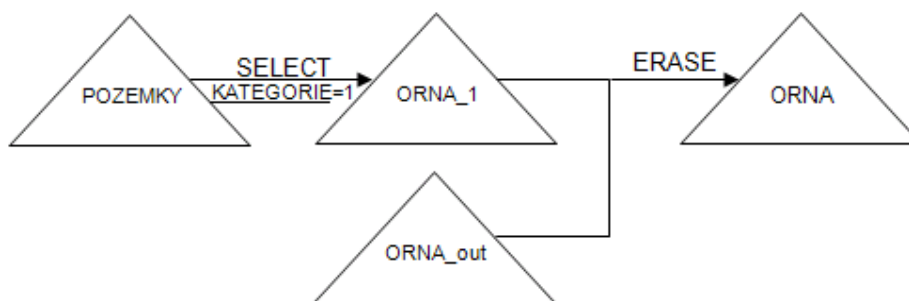
### 13.2. Identifikace dostupných ploch

Pro pěstování biomasy, či pro využití posklizňových zbytků, sena z luk a těžebních zbytků ze zpracování dřeva, jsou uvažovány plochy orné půdy, TTP a lesy. U ostatních ploch, není energetické využití uvažováno, jelikož jejich současný způsob využívání pěstování biomasy neumožňuje (vyjma zahrad a sadů - nebudou geograficky zpracovávány). Jedná se o zastavěné plochy se zahradami a sady (KATEGORIE 4), silnice (KATEGORIE 6), vodní plochy a toky (KATEGORIE 5), a také plochy ostatní (neidentifikované) (KATEGORIE 0).

#### 13.2.1. Dostupné plochy orné půdy

Z vrstvy POZEMKY jsou vybrány (SELECT) pozemky orné půdy, KATEGORIE = 1. Z výsledné vrstvy ORNA\_1 jsou vymazány (ERASE) plochy technicky nedostupných lokalit. Výsledkem je vrstva dostupných ploch orné půdy, ORNA.

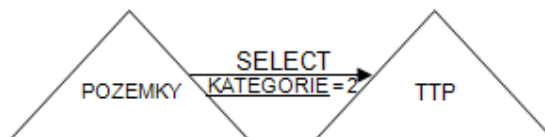
Diagram 13-3. Dostupné plochy orné půdy



#### 13.2.2. Dostupné plochy TTP

I když, z důvodu uvedeného v odstavci 10.4.2.1.2., nebude s TTP pro účely získávání biomasy jako paliva v tomto projektu počítáno, je pro určité operace nezbytné tuto vrstvu vytvořit. Z vrstvy POZEMKY jsou vybrány (SELECT) pozemky TTP, KATEGORIE = 2. Výsledkem je vrstva TTP.

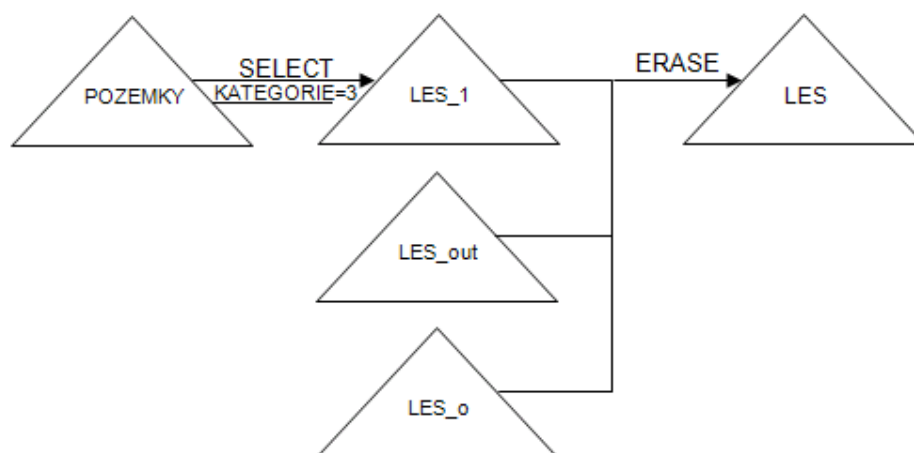
Diagram 13-4. Dostupné plochy TTP



### 13.2.3. Dostupné plochy lesů

Z vrstvy POZEMKY jsou vybrány (SELECT) pozemky lesa, KATEGORIE = 3. Z výsledné vrstvy LES\_1 jsou vymazány (ERASE) plochy technicky nedostupných lokalit LES\_out a LES\_o. Vzniká tak vrstva dostupných ploch lesa LES.

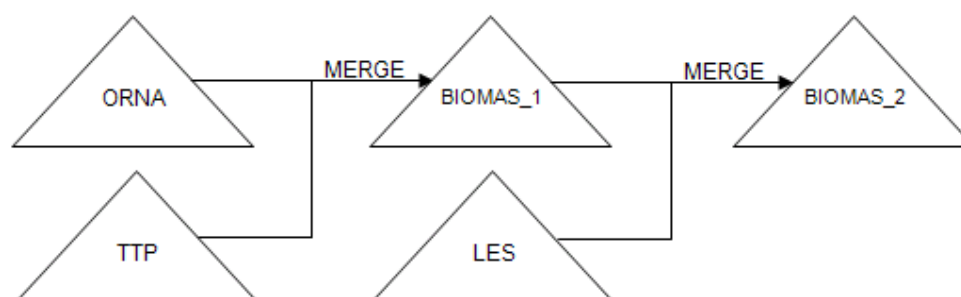
Diagram 13-5. Dostupné plochy lesů



### 13.2.4. Suma dostupných ploch

V průběhu zpracování projektu bude také pracováno s většími celky ploch. Proto jsou nyní vrstvy vzniklé v předchozích krocích sloučeny.

Diagram 13-6. Suma dostupných ploch



### 13.3. Energetické využití biomasy pro kulturní středisko obce (VARIANTA 1)

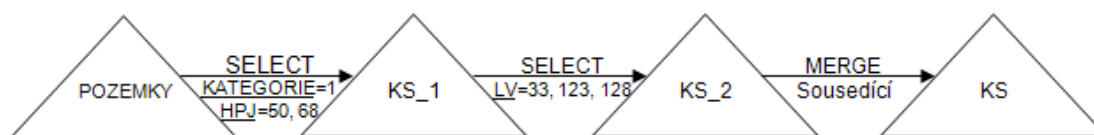
Následující varianta vychází z úvahy uvedené v odstavci 10.4.1. Jejím cílem je nalézt vhodné pozemky pro pěstování topolů a na základě jejich charakteristik, zejména velikosti a vzdálenosti od místa využití, zjistit energetickou bilanci zajišťování biomasy pro kulturní středisko obce. Tato varianta by také měla napomoci vytvoření metodiky, která bude použita pro zhodnocení energetického potenciálu většího území.

#### 13.3.1. Výběr ploch

Pro zajištění dostatečného množství energie pro kulturní středisko obce je dle odstavce 10.4.1. potřeba 6.9 ha půdy.

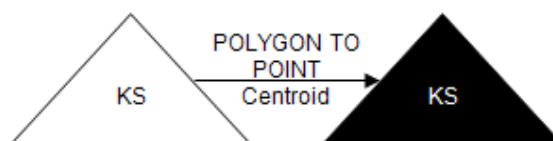
Dle informací uvedených v odstavci 10.3.6. byly pro pěstování topolů v dané lokalitě vybrány (SELECT) pozemky o hodnotě HPJ 50 a 68, viz Diagram 13-7. Poté byl z filtrovaných dat vybrán vlastník s největší sumou ploch čítající 3.9 ha (LV 128). Z mapy byly dále vybrány pozemky dalších dvou vlastníků (LV 33), suma 2.1 ha a (LV 128), suma 0.95 ha. Aby vznikly celistvé celky vybraných pozemků, byly sousedící parcely sloučeny (MERGE). Vznikly tak 4, lokálně osamocené, celky pozemků (Příloha 4.)

Diagram 13-7. Výběr ploch pro kulturní středisko



Za účelem nalezení nejlevnější cesty byly celky pozemků převedeny na body s centrem v jejich středu.

Diagram 13-8. Konverze ploch na body



#### 13.3.2. Nalezení nejlevnějších přepravních cest k pozemkům

Pro provedení analýzy nalezení nejlevnějších cest od místa využití biomasy k jejím zdrojům je využito extenze Spatial Analyst, funkce Shortest path. Za tímto účelem je nutno vytvořit rastrovou vrstvu nákladů (RVN) (cost raster) a rastr akumulárních nákladů a směru pomocí funkce Path distance.

RVN se bude skládat ze tří složek. Dvě složky pochází z vrstvy BIOMAS\_1 a zahrnují ornou půdu a TTP. Orná půda je hodnocena č. 15.7, a TTP hodnotou 3.2.

Hodnota 15.7 pro ornou půdu vychází z výpočtu, který předpokládá, že cesta přes ni s sebou přináší energetickou ztrátu v podobě nižších výnosů způsobených pojezdem agrotechniky přes rostoucí plodiny. Tyto ztráty mohou v místě pojezdu činit až 90% (Smart 2005). Výpočtem bylo zjištěno, že množství energie této ušlé produkce představuje

až 15.7 MJ/m<sup>2</sup>, v závislosti na obsahu energie dané plodiny. Stejně je vypočtena hodnota pro TTP (ztráta 3.2 MJ/m<sup>2</sup>).

Třetí složka komunikace, pocházející z vrstvy KOMUNIKACE, je ohodnocena číslem 0.0225, což je spotřebovaná energie v MJ/m<sup>2</sup> v případě dopravy topolů.

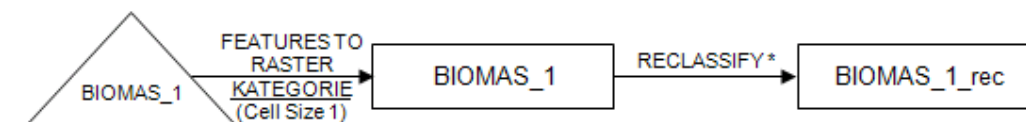
Zamýšlené hodnoty rastru je však potřeba vynásobit, jelikož pro klasifikaci rastru jsou akceptována pouze celá čísla. Ta získáme vynásobením všech tří uvedených čísel hodnotou 44.44. Hodnoty rastru tedy budou následující: orná půda - 696, TTP – 144, komunikace –1.

### 13.3.2.1. Vytvoření Rastrové Vrstvy Nákladů (RVN)

#### 13.3.2.1.1. Rastr zemědělských ploch

Pro vytvoření RVN bude použita vektorová vrstva BIOMAS\_1. Vrstva bude nejdříve převedena na vrstvu rastrovou (FEATURES TO RASTER), která pak bude reklasifikována a nakonec sloučena do jednoho rastru s vrstvou KOMUNIKACE pomocí funkce MERGE.

Diagram 13-9. Vytvoření nákladového rastru zemědělských ploch



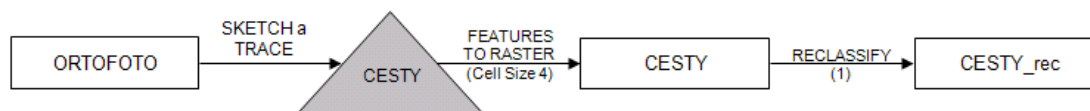
\* Specifikováno v odstavci 13.3.2.

#### 13.3.2.1.2. Rastr komunikací

Pro přepravu technických zařízení a biomasy je použita silniční doprava, využívající stávající silniční síť rozpoznané v odstavci 11.1.2.1. a cest identifikovaných z ortofot území. Obě vytvořené vrstvy budou sloučeny pomocí MERGE.

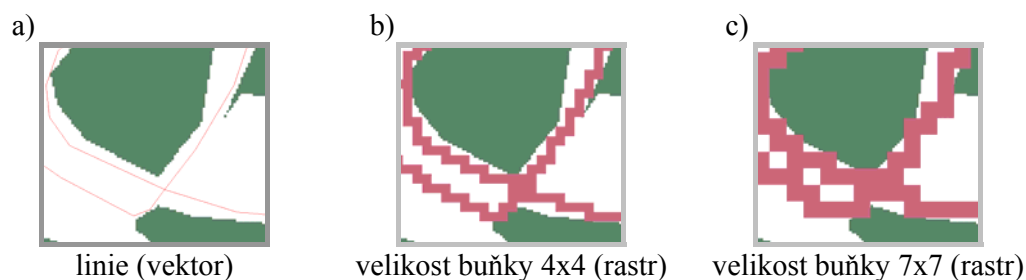
Nejdříve je však nutné identifikované cesty vytvořit, opět pomocí SKETCH a TRACE. Liniové prvky jsou dále rasterizovány a reklasifikovány dle odstavce 13.3.2.

Diagram 13-10. Vytvoření rastru cest



Při tvorbě cest pomocí linií došlo k určité generalizaci komunikací. Linie nepostihne šíři cesty a tudíž při jejím převodu na rastr a současně zachováním její šířky může dojít k tomu, že linie neprochází/nepřiléhá k pozemku (Obr. 13-1. a), což by mělo při zachování velikosti buňky při převodu na rastr za následek dopravní nedostupnost takového pozemku. Z tohoto důvodu je tudíž potřeba při konverzi na data rastrová volit velikost buňky větší, zároveň však takovou, aby v místě souběhu dvou a více cest nemohlo dojít ke slití linií (Obr. 13-1. c), které cesty představují, a tím k umožnění cestovní trasy i v takovém případě, kdy ve skutečnosti v místě slití existuje přirozená bariéra, přes kterou cesta možná není.



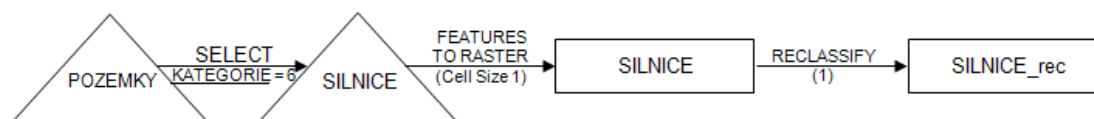


Obr. 13-1. Přístup k tvorbě linií cest

Na základě testování byla pro sledované území zvolena pro CESTY velikost buňky rastru 4x4(m) (Obr. 13-1. b).

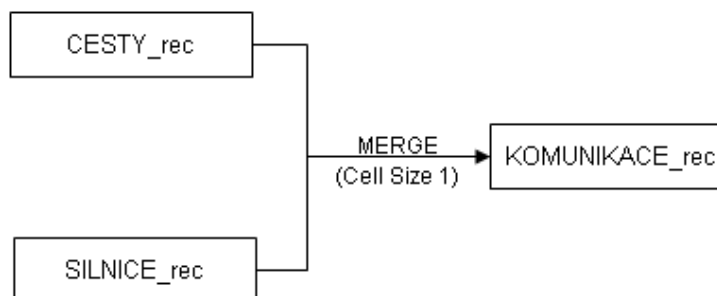
Rastrová vrstva SILNICE\_rec vznikne výběrem kategorie silnic z vrstvy POZEMKY, konverzí na rastr a následnou reklasifikací, taktéž dle odstavce 13.3.2.

Diagram 13-11. Vytvoření rastru silnic



V dalším kroku je vytvořená vrstva CESTY\_rec sloučena s vrstvou SILNICE\_rec

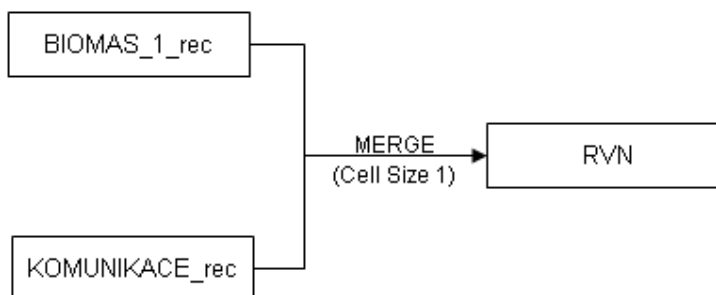
Diagram 13-12. Vytvoření rastru komunikací



### 13.3.2.1.3. Sloučení rastrů za účelem vytvoření RVN

V dalším kroku jsou rastry zemědělských ploch a komunikací spojeny v jeden. Vytvoření RVN je provedeno pomocí funkce MERGE.

Diagram 13-13. Vytvoření rastrové vrstvy nákladů

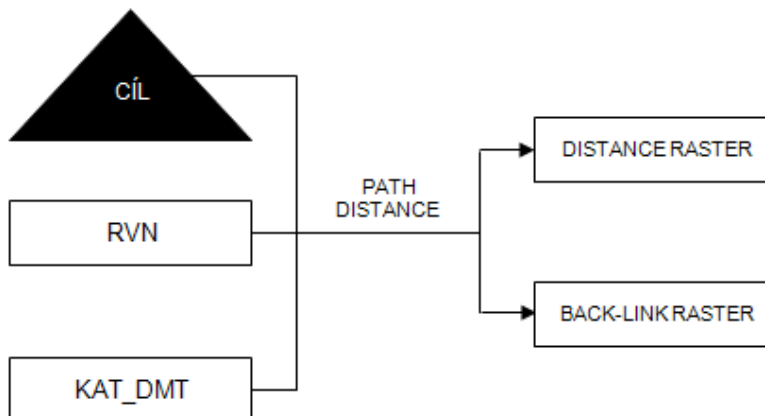


Výstup je zobrazen v příloze č. 3.

### 13.3.2.2. Rastry akumulačních nákladů a směru

Vstupem této funkce je v předchozím kroku získaná RVN, CÍL, jímž je místo zpracování biomasy (kulturní středisko obce) a také vrstva KAT\_DMT, která představuje vertikální faktor a byla vytvořena v odstavci 13.1.1.

Diagram 13-14. Path distance



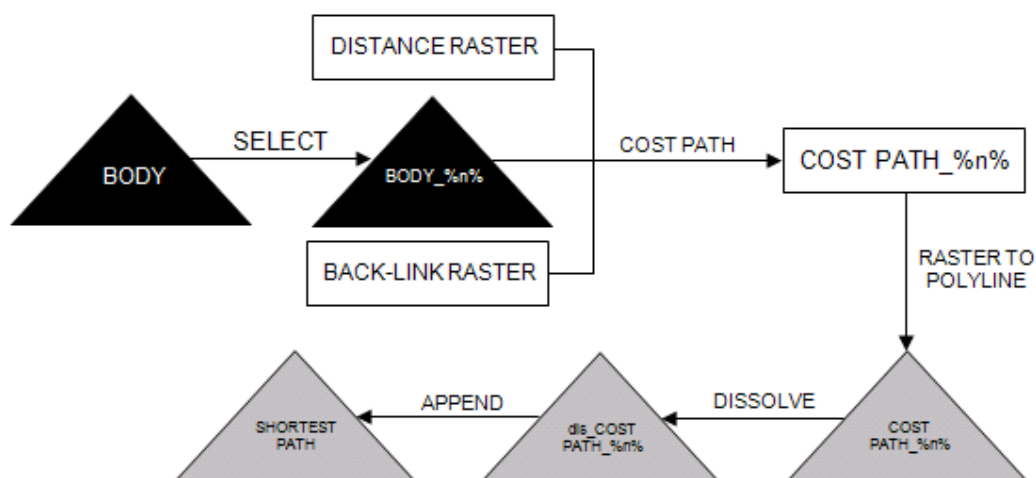
Výstupem funkce je rastr akumulačních nákladů DISTANCE RASTER a také směrový rastr BACK-LINK RASTER (Horák 2008), které budou použity v následujícím odstavci pro nalezení nejlevnějších cest od zdrojů k cíli.

### 13.3.2.3. Shortest path

Za použití funkce nejkratší cesty jsou za pomoci vrstev DISTANCE RASTER a BACK-LINK RASTER vypočítány nejkratší cesty ze všech pozemků představovaných bodovou vrstvou KS (v Diagram 13-15. zastoupená vrstvou BODY) k cíli, jímž je místo zpracování a využití biomasy (kulturní středisko).

Pro zjednodušení této operace byl využit **Model Builder**, v němž byl vytvořen model, který postupně vybírá (SELECT) všechny instance pozemků, nalezne pro ně nejkratší cestu do místa využití (COST PATH), tuto cestu převede z rástrové formy na vektor (RASTER TO POLYLINE), dále sloučí případně vzniklé fragmenty nalezené cesty (DISSOLVE) a výsledek přidá k již existující vrstvě SP\_KS, v Diagram 13-15. představované vrstvou SHORTEST PATH.

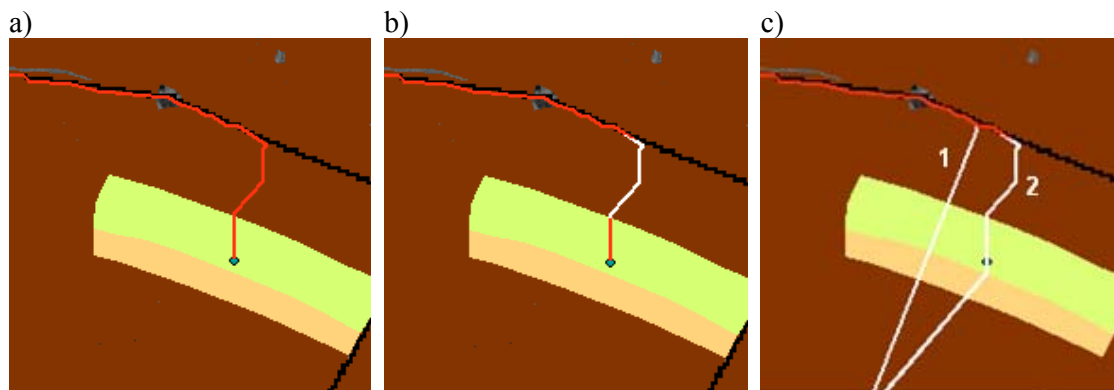
Diagram 13-15. Shortest path



### 13.3.3. Ztráty z pojezdu

Zonal statistics (SUM) je využito pro zjištění vzniklých ztrát z pojezdu agrotechniky po zemědělských plochách.

V případě, že nalezená nejlevnější cesta vede ke zdroji přes sousedící zemědělské pozemky (Obr. 13-2. a), nekopíruje tedy komunikaci, působí pojezd agrotechniky po těchto zemědělských plochách externí energetické ztráty, které budou do energetické bilance také započítány. Tyto ztráty je lépe nezapočítávat do nákladovosti nalezené cesty, odstavec 13.3.4., jelikož stejný segment cesty může být sdílen několika nalezenými cestami, a tudíž by mohlo dojít k započítání ztrát tolikrát, kolik cest sdílí stejný segment.



Obr. 13-2. Cesty vedoucí přes pozemky

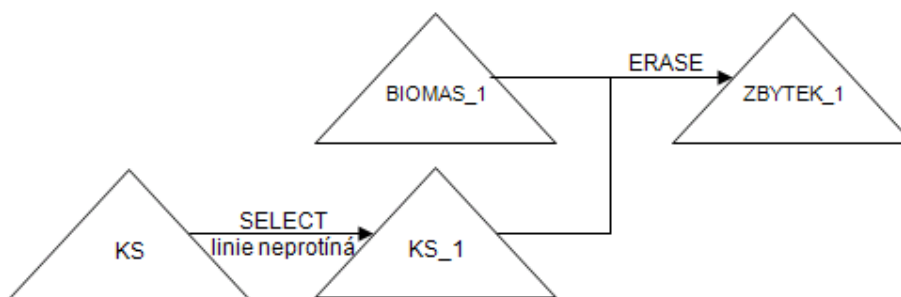
Smyslem následujícího procesu bude zjistit délku té části nalezené cesty, která probíhá sousedícím pozemkem (Obr. 13-2. b), vyznačeno bílou barvou), či pozemek přetíná (Obr. 13-2. c). Na obrázku (c) jsou znázorněny dvě situace. V prvním případě (1) se může jednat o osamocenou cestu v případě druhém (2) se jedná o cestu, která je do středu pozemku sdílána minimálně dvěma cestami. V obou případech však stačí vybrat ty pozemky/polygony, které jsou přetřaty cestou/linií. Pokud by linií přetínajících polygony bylo velké množství, lze proces jejich výběru zautomatizovat například za využití ITopologicalOperator (ESRI 2006). V tomto případě budou linie vyhledány a vybrány pro další zpracování vizuálně.

Poté bude využito funkce CLIP, která odstraní části geoprvků vrstvy SP\_KS ležící vně geoprvků vrstvy ZBYTEK\_2, viz Diagram 13-18.

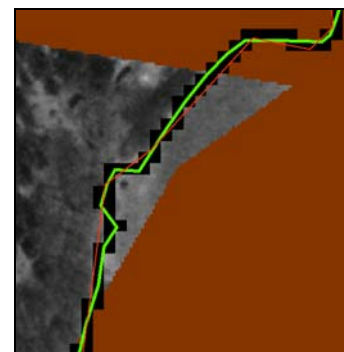
Plochy pozemků, kterými linie (nalezené cesty) neprochází, jsou vybrány z vrstvy KS a stávají se součástí vrstvy KS\_1. Poté jsou odstraněny (ERASE) z vrstvy BIOMAS\_1. Tím zajistíme, že část nalezené cesty, zobrazené na obrázcích 13-2. b) a c) červenou barvou, bude po použití funkce CLIP odstraněna.

Bod ve středu polygonu (pozemku) je uměle vytvořenou reprezentací pozemku za účelem vyhledání nejlevnější cesty (viz odstavec 13.3.2.3) a v reálném světě tudíž nepředstavuje žádný geoprvek. Ve skutečnosti nebude agrotechnika za účelem obdělávání, či sklizně tohoto pozemku nutně dojíždět k tomuto bodu a způsobovat tak energetické ztráty, ale svoji práci započne na hranici pozemku, či tam, kde svou práci při poslední návštěvě (obráтке) pozemku ukončila. V případě náhrady pozemku bodem se tedy jedná o určitou generalizaci.

Diagram 13-16. Výběr pozemků pro funkci CLIP

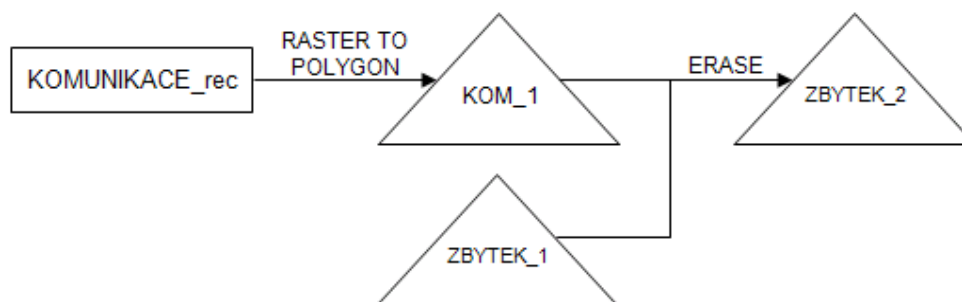


Funkcí CLIP je dále potřeba odstranit i nalezenou cestu vedoucí přes komunikaci. Původní polygonové a liniové vrstvy představující komunikace nelze pro tento účel použít, jelikož jejich převodem na rastr o velikosti buňky 4x4m došlo k určité generalizaci cesty a tudíž jejich tvar nalezené vrstvy úplně nepřekryje, viz Obr. 13-3. (zelená linie: původní komunikace (vektor), černá linie: komunikace (rastr), červená linie: nalezená cesta (vektor), hnědá plocha: orná půda (rastr)). Nejlepší překrytí vykazuje černá linie. Proto bude v dalším kroku převedena na polygon a poté její plocha odstraněna z vrstvy ZBYTEK\_1.



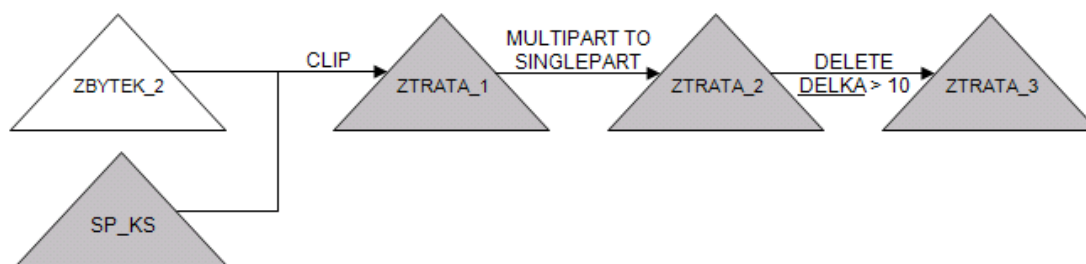
Obr. 13-3. Překrytí komunikací

Diagram 13-17. Výběr komunikací pro funkci CLIP



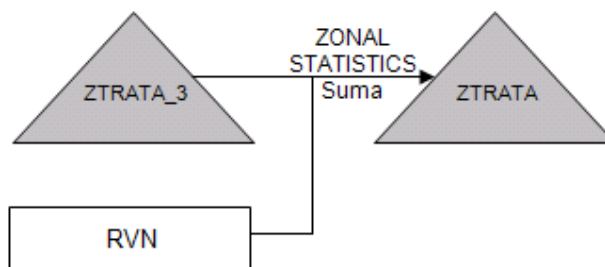
Poté již může být funkce CLIP provedena. Ve výsledné vrstvě ZTRATA\_1 jsou přítomny fragmenty dvou cest, původně obsažených ve vrstvě SP\_KS, sloučené do dvou instancí. Jejich rozdělením pomocí MULTIPART TO SINGLEPART vzniklo 26 oddělených fragmentů dvou původních cest. Nejdelší z nich, o délce 94.4 a 93.7 m, představující části cest vedoucí přes sousední pozemky, jsou zachovány ve vrstvě ZTRATA\_3. Ty zbylé, o délkách menších než 10 m, nejsou brány v potaz, jsou to totiž fragmenty cest vzniklé neúplným překrytím vrstvy ZBYTEK\_1 vrstvou KOM\_1.

Diagram 13-18. Využití funkce CLIP



Na konec je provedena funkce ZONAL STATISTICS s typem statistiky nastaveným na Suma. Vstupními vrstvami je v předchozím kroku vytvořená ZTRATA\_3 a RVN vytvořená v odstavci 13.3.2.1. Výstupem je vrstva ZTRATA udávající možnou energetickou ztrátu z pojezdu agrotechniky po sousedních pozemcích.

Diagram 13-19. Využití funkce ZONAL STATISTICS



Výslednou hodnotu, která činí 169 824, je nutno vydělit číslem 44.44 (viz odstavce 13.3.2.).

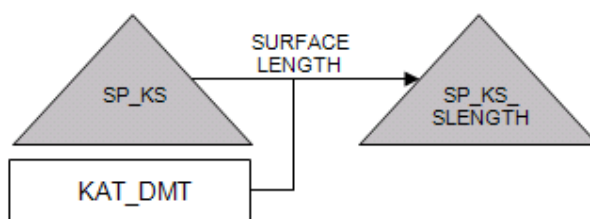
Ztráta tedy na 1 m<sup>2</sup> činí cca 3.8 MJ. Při rozchodu kol traktoru, který se běžně pohybuje mezi 1 - 2.2 m (Agrotec; Poettinger), a určité toleranci, která bere v úvahu odchylku od ideální stopy, budeme šířku vyjetých kolejí uvažovat 2.5 m. Celková ztráta z pojezdu tedy činí cca 9.6 GJ.

#### 13.3.4. Nákladovost dopravní cesty

Pro výpočet skutečné délky nalezených cest je využito extenze 3D Analyst, funkce SURFACE LENGTH.

Vstupními vrstvami je liniová vrstva nalezených nejlevnějších cest SP\_KS a rastrový povrch KAT\_DMT. Funkce SURFACE LENGTH zapíše vypočítanou délku do atributu SLENGTH, který sama vytvoří.

Diagram 13-20. Využití funkce SURFACE LENGTH



### 13.4. Energetické využití biomasy pro zajištění energetických potřeb bytového fondu Žďárce (VARIANTA 2)

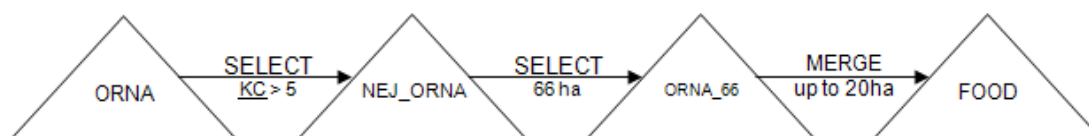
Následující varianta vychází z úvahy uvedené v odstavci 10.4.2. Bude v ní postupováno obdobně jako u Varianty 1 a současně bude využito jejích některých výstupů. Tato varianta bude navíc brát v úvahu využívání odpadní biomasy zbylé z pěstování potravin a odpadní dřevní hmoty z lesů. Její zjištění budou aplikována na zhodnocení energetického potenciálu zbytkových ploch (viz odstavec 10.4.3) a dále na obce, nacházející se za hranicemi katastru.

#### 13.4.1. Výběr ploch

##### 13.4.1.1. Plochy orné půdy vyčleněné pro pěstování potravin

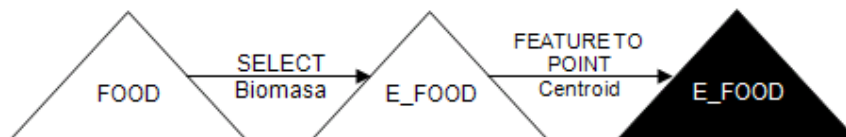
Pro zajištění potravinových potřeb Žďárce je dle odstavce 10.4.2.1.1. potřeba vyčlenit 66 hektarů půdy. Pro tyto účely je vybrána (SELECT), z vrstvy ORNA, půda s nejvyšší cenou v oblasti a vznikne tak polygonová vrstva NEJ\_ORNA. Z Tab. 10-3. je patrné, že cena této půdy přesahuje hodnotu 5 Kč/m<sup>2</sup> (celkově se jedná o cca 78 ha půdy nad tuto cenu). Z tohoto množství bylo vybráno potřebných 66 ha tak, aby vybrané parcely byly lokalizovány co nejblíže lidským sídlům. V dalším kroku jsou parcely vrstvy ORNA\_66 sloučeny (MERGE) do skupin o maximální velikosti do 20 ha (CERES 2009) a těmito skupinám jsou poté přiřazeny, dle úvahy v odstavci 10.4.2.1.1., plodiny, které se na nich budou pěstovat.

Diagram 13-21. Plochy pro pěstování potravin



Ty pozemky, ze kterých je možno získat odpadní biomasu, odstavec 10.4.2.1.1., jsou dále metodou Centroid převedeny na body (FEATURE TO POINT) do bodové vrstvy E\_FOOD. Stanou se součástí výpočtu nalezení nejlevnější cesty v odstavci 13.4.2.1.3.

Diagram 13-22. Konverze ploch pro pěstování potravin na body

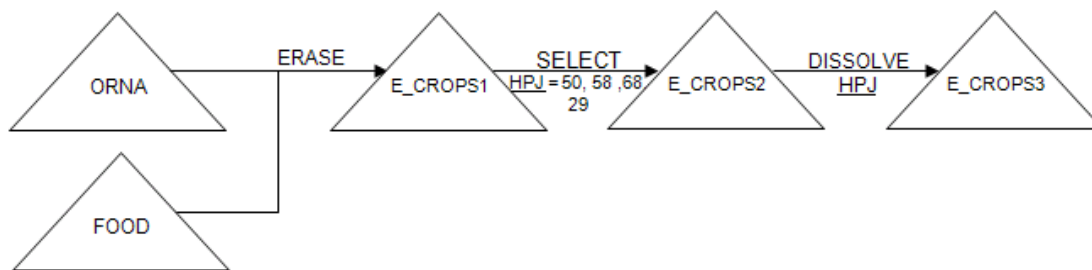


##### 13.4.1.2. Plochy orné půdy vyčleněné pro pěstování energetických plodin

Z vrstvy ORNA, získané v odstavci 13.2.1. byly vymazány plochy FOOD. Byla tak získána vrstva orné půdy, kterou lze využít pro jiné účely, než pro produkci potravin. Dle odstavce 10.4.2.2. bude pro účely záměrného pěstování energetických plodin využita plocha 32 ha. Nejdříve však byly vybrány, dle hodnoty HPJ a na základě posouzení v odstavci 10.3.6., vhodné parcely pro pěstování plodin. Jedná se o hodnoty HPJ 50, 58, 68. Suma výměry vybrané plochy je 29.5 ha půdy. Zbývající výměra půdy, cca 2.5 ha, je doplněna z parcel o hodnotě HPJ 29.



Diagram 13-23. Plochy pro pěstování energetických plodin

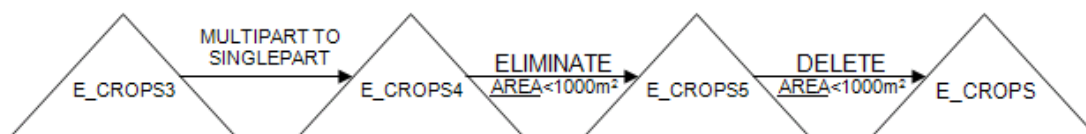


Parcely jsou poté sloučeny (DISSOLVE) do větších celků dle hodnoty HPJ a následně odděleny pomocí MULTIPART TO SINGLEPART (Diagram 13-24.).

Kontrolou výsledné vrstvy byl zjištěn výskyt "nových" polygonů (třísek) (Horák 2008) a dalších polygonů o ploše menší než 1000m<sup>2</sup>. Tyto polygony byly odstraněny pomocí funkce ELIMINATE. Stanou se tedy součástí toho polygonu, který přímo sousedí s jejich nejdelší hranicí, i když má jinou hodnotu HPJ.

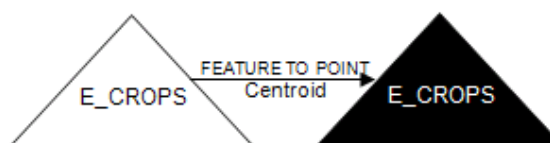
Pokud je takový polygon solitérní a poměr jeho obvodu ku jeho ploše je menší než 0,3, jsou tyto plochy z modelu vyjmuty (DELETE). Jedná se většinou o dlouhé plochy, jejichž šířka dosahuje jen několika metrů a lze tedy u nich předpokládat horší využitelnost pomocí zemědělské techniky. Celkově se jedná o 4167m<sup>2</sup> vyjmutých ploch.

Diagram 13-24. Eliminace třísek



Pozemky jsou nakonec převedeny metodou Centroid na body (FEATURE TO POINT). Stanou se součástí výpočtu v odstavci 13.4.2.1.3.

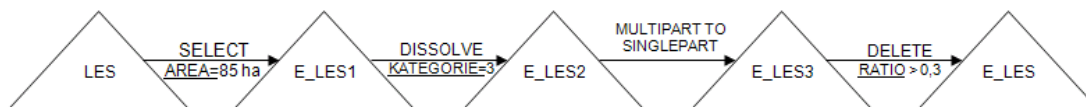
Diagram 13-25. Konverze ploch pro pěstování energetických plodin na body



#### 13.4.1.3. Plochy lesa pro zajištění odpadní biomasy

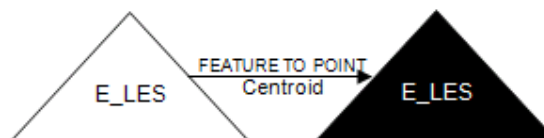
Dle odstavce 10.4.2.3. je pro účely využití odpadní biomasy z lesů využita plocha 85 ha. Lokace shluků parcel byly vybrány náhodně a jsou opět sloučeny (DISSOLVE) do celků dle atributu KATEGORIE o hodnotě 3, odděleny, a stejně jako v případě odstavce 13.4.1.2. jsou odstraněny solitérní polygony, jejichž poměr mezi obvodem a plochou je větší než 0,3. Jedná se většinou o skupinu stromů plnicích funkci větrolamů, remízů a podobně. Tyto plochy jsou z modelu vyjmuty.

Diagram 13-26. Plochy lesa pro zajištění odpadní biomasy



Nakonec jsou i tyto plochy převedeny na body do bodové vrstvy E\_LES, jelikož se stanou součástí výpočtu v odstavci 13.4.2.1.3.

Diagram 13-27. Konverze ploch lesa na body



#### 13.4.2. Nalezení nejlevnějších přepravních cest k pozemkům

Ve Variantě 2 jsou RVN vytvořeny dvě. Jedna pro zemědělské plochy a druhá pro plochy lesa.

Hlavním důvodem je filozofie tvorby RVN. V tomto projektu RVN představuje ztráty vzniklé průjezdem různých druhů povrchů. Průjezd lesa je pro techniku téměř nemožný a jeho charakter v běžných situacích žádné ztráty na biomase ani neumožňuje. Proto by měl být les klasifikován hodnotou blízkou hodnotě komunikací. V tom případě by však při hledání nejlevnější cesty na zemědělské plochy, které jsou oceněny výše, mohlo dojít k nalezení cesty vedoucí přes lesní pozemky. Pokud zvolíme hodnotu lesa vyšší nebo rovnu hodnotě zemědělských pozemků, bude cesta do lesa zkracována přes zemědělské pozemky, což povede ke ztrátám z pojezdu, viz odstavec 13.3.3.

Aby byla tedy vždy, v případě hledání nejlevnější cesty na pole či pastviny, vybrána cesta nevedoucí přes lesní pozemky, nebude složka lesy v RVN obsažena. A naopak v případě hledání nejlevnější cesty do lesa, nebude v RVN obsažena složka zemědělských ploch. Aby se při hledání nejlevnější cesty vylepšila dostupnost lesů, bude jejich RVN obohacena o již nalezené cesty vedoucí k zemědělským pozemkům, jelikož jejich využívání již žádné další ztráty z pojezdu navíc nepřináší.

##### 13.4.2.1. Nalezení nejlevnějších přepravních cest k pozemkům zemědělských ploch

###### 13.4.2.1.1. Rastrová vrstva nákladů pro zemědělské pozemky

RVN pro zemědělské plochy je stejná jako v případě Varianty 1. Odstavec 13.3.2.1.

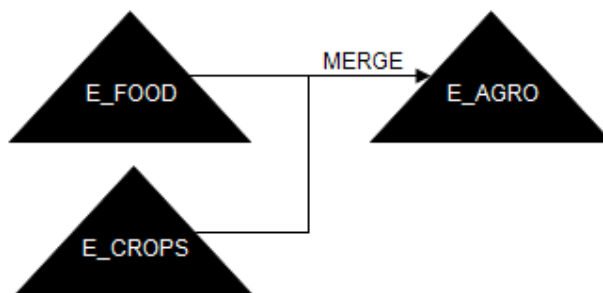
###### 13.4.2.1.2. Rastry akumulačních nákladů a směru

Rastry akumulačních nákladů a směrový rastr jsou totožné s Variantou 1. Odstavec 13.3.2.2.

#### 13.4.2.1.3. Shortest path

Před vyhledáním cest je vytvořena bodová vrstva, pro kterou bude vyhledávání prováděno. Vrstva zahrnuje pozemky na kterých jsou pěstovány energetické plodiny E\_CROPS a dále ty pozemky určené pro pěstování potravin, které produkují využitelnou odpadní biomasu, vrstva E\_FOOD.

Diagram 13-28. Sloučení pozemků pro pěstování potravin s pozemky pro energetické plodiny

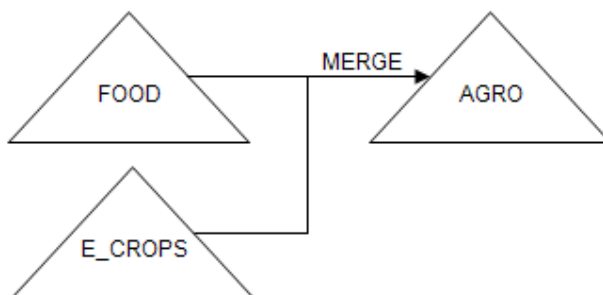


Proces vyhledání nejlevnějších cest je stejný jako u Varianty 1 (odstavec 13.3.2.3.) s tím rozdílem, že vrstva modelu nazvaná BODY, je nyní nahrazena bodovou vrstvou E\_AGRO a vrstva SHORTEST PATH je zastoupena vrstvou SP\_AGRO

#### 13.4.2.1.4. Ztráty z pojezdu

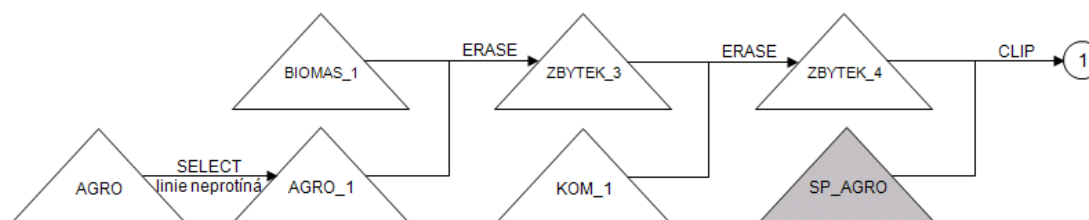
Nejdříve jsou spojeny polygonové vrstvy FOOD a E\_CROPS. Vznikne vrstva AGRO.

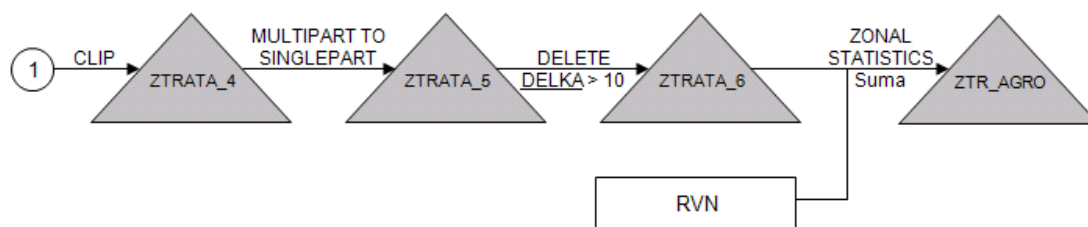
Diagram 13-29. Vytvoření vrstvy AGRO



Dále tento proces kopíruje postup Varianty 1 a využívá stejné vrstvy BIOMAS\_1, KOM\_1 a RVN. Odstavec 13.3.3.

Diagram 13-30. Výpočet ztrát z pojezdu





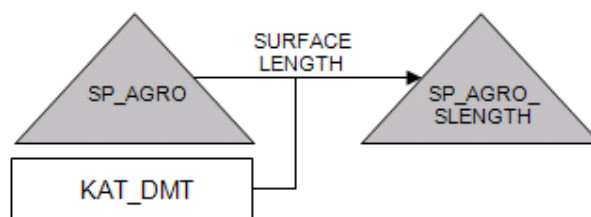
Výslednou hodnotu, která činí 134 422, je nutno i v tomto případě vydělit číslem 44.44. Ztráta na 1 m<sup>2</sup> tedy činí cca 3.8 MJ. Celková ztráta z pojezdu je tedy cca 3 GJ.

#### 13.4.2.1.5. Nákladovost dopravní cesty

Nákladovost dopravní cesty je zjištěna stejným způsobem jako ve Variantě 1. Odstavec 13.3.4.

Vstupními vrstvami je liniová vrstva nalezených nejlevnějších cest SP\_AGRO a rastrový povrch KAT\_DMT. Funkce SURFACE LENGTH zapíše vypočítanou délku do atributu SLENGTH.

Diagram 13-31. Využití funkce SURFACE LENGTH



#### 13.4.2.2. Nalezení nejlevnějších přepravních cest k lesním pozemkům

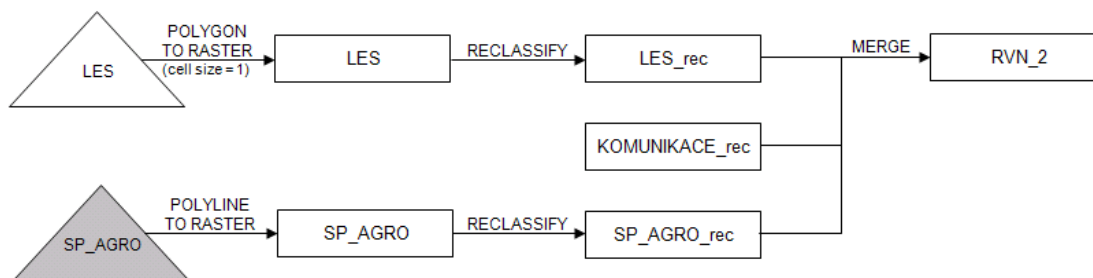
##### 13.4.2.2.1. Rastrová vrstva nákladů pro lesní pozemky

V případě lesů je RVN složen ze složek dvou. Složka komunikací je, stejně jako v předchozích případech, ohodnocena číslem 1. Od RVN zemědělských ploch se liší tím, že vedle základní složky komunikací navíc obsahuje cesty, SP\_AGRO, vytvořené pojezdem agrotechniky po zemědělských plochách (výstup odstavce 13.4.2.1.3), vysvětlení viz odstavec 13.4.2.

Složka lesních pozemků je také klasifikována hodnotou 1, jelikož cesta přes ně nepředstavuje, vyjma nákladů na pohonné hmoty, které budou počítány zvlášť, žádné ztráty z pojezdu.

Pro vytvoření RVN\_2 bude použita vektorová vrstva LES, vzniklá v odstavci 13.2.3., která neobsahuje lesní plochy o sklonitosti větší než 40 stupňů, což je hodnota považovaná za maximum, do kterého se lesní technika dokáže dostat (viz 13.1.1.) Vrstva je nejdříve převedena na vrstvu rastrovou (FEATURES TO RASTER), která je poté reklasifikována a nakonec sloučena (MERGE) do jednoho rastru s vrstvou KOMUNIKACE\_rec a SP\_AGRO\_rec, vzniklé z vrstvy SP\_AGRO. Výstup je zobrazen v příloze č. 3.

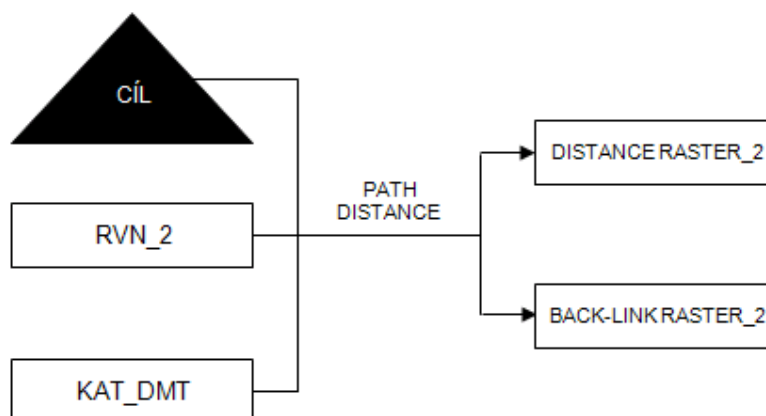
Diagram 13-32. Vytvoření nákladového rastru zemědělských ploch a lesa



#### 13.4.2.2.2. Rastry akumulčních nákladů a směru

Vstupem této funkce je v předchozím kroku získaná RVN\_2, CÍL, jímž je místo zpracování biomasy a také vrstva KAT\_DMT, která představuje vertikální faktor.

Diagram 13-33. Path distance



Výstupem funkce je rastr akumulčních nákladů DISTANCE RASTER\_2 a také směrový rastr BACK-LINK RASTER\_2 které budou použity v následujícím odstavci pro nalezení nejlevnějších cest od zdrojů k cíli.

#### 13.4.2.2.3. Shortest path

Proces vyhledání nejlevnějších cest je stejný jako u Varianty 1. (odstavec 13.3.2.3.) s tím rozdílem, že vrstva modelu nazvaná BODY, je nyní nahrazena bodovou vrstvou E\_LES a vrstva SHORTEST PATH je zastoupena liniovou vrstvou SP\_LES. Dále jsou také nahrazeny rastry nákladů DISTANCE RASTER a směru BACK-LINK RASTER rastry DISTANCE RASTER\_2 respektive BACK-LINK RASTER\_2. Výstup je zobrazen v příloze 5.

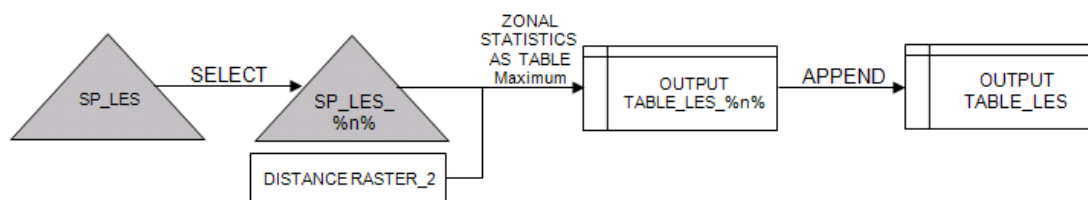
#### 13.4.2.2.4. Ztráty z pojezdu

Ztráty z pojezdu nejsou v případě lesů uvažovány, jelikož k nim za běžných situací nedochází, viz vysvětlení v odstavci 13.4.2. Zemědělské plochy proto budou z RVN lesa vyjmuty.

#### 13.4.2.2.5. Nákladovost dopravní cesty

V tomto případě je využito funkce ZONAL STATISTICS metoda Maximum. Postup je zpracován v **Model Builderu**. Vstupními vrstvami je liniová vrstva nalezených nejlevnějších cest SP\_LES a rastrový povrch DISTANCE RASTER\_2. Funkce SELECT postupně vybírá všechny instance z vrstvy SP\_LES, zpočítá ZONAL Max. a výsledek se stane součástí (APPEND) tabulky OUTPUT TABLE\_LES.

Diagram 13-34. Využití funkce ZONAL STATISTICS – Maximum



## 14. Vyhodnocení variant

V počátku geografického zpracování byla upřesněna data o dostupných plochách využitelných pro energetické účely (Tab. 14-1.)

Tab. 14-1. Plochy dostupné pro energetické využití

KATEGORIE	celkem půdy v obci (ha) *	sklon > 12° orna, 40° les (ha)	% rozlohy půdy	lesy ochrané (ha)	% rozlohy lesů ochraných (ha)	pro využití (ha)	% z celkového množství půdy
orná půda	287,9	12,8	4,5	-		275,1	95,5
TTP	71,2	- *		-		71,2	100,0
lesní pozemky	134,9	2,0	1,5	16,7	12,4	116,2	86,1
suma	494,1	14,9				462,5	

\*Pro TTP nebylo uvažováno, velká část bude využita jako pastvina

Zpracoval: Lébl

Poté byly pro Variantu 1 vybrány pozemky specifikované v odstavci 13.3.1. Výběr ploch pro Variantu 2 je popsán v odstavci 13.4.1. Následně byly provedeny prostorové analýzy, jejichž výstupy budou nyní vyhodnoceny.

Nyní budou k zjištěním z předchozích kapitol, nalezeným nejlevnějším cestám a zjištěným ztrátám z pojezdu, navíc přičtena data kumulativních energetických nákladů uvedená v odstavci 8.1.5. a posklizňových ztrát z Tab. 8-5. Suma těchto nákladů bude, dle Vzorec 8-6., odečtena od energetických výnosů uvedených ve stejné tabulce Tab. 8-5. Výsledkem bude energetický zisk.

Další důležitou hodnotou jsou celkové energetické náklady, které neobsahují složku posklizňových ztrát způsobených ztrátou vody, rozkladem, přepravou a zpracováním (více viz odstavec 8.2.), jelikož tyto ztráty nepředstavují pro člověka žádné vstupy energie navíc.

### 14.1. Vyhodnocení varianty Variantu 1

Následující tabulka uvádí vyhodnocení Varianty 1 – Energetické využití biomasy pro kulturní středisko obce.

V prvním sloupci tabulky Tab. 14-2. je uvedeno číslo pozemku pro který byla nalezena nejlevnější cesta, sloupec 3, ve kterém je uvedena vzdálenost od pozemku k místu využití/skladování biomasy. Čtvrtý sloupec uvádí výměru pozemku. Hodnoty v pátém sloupci jsou násobky výměry a hodnot pro topoly. Počet obrátek vychází z údajů uvedených v Tab. 8-4. Hlavní náklady, sloupec 10, zahrnují kumulativní energetické náklady, více odstavec 8.1.5. Náklady na transport jsou zpočítány vynásobením délky cesty a energetickými vstupy uvedenými v Tab. 8-3. Výsledek je dále vynásoben hodnotou 2 (cesta tam a zpět) a počtem obrátek.



Tab. 14-2. Výsledky Varianty 1

pozemek	plodiny	vzdálenost k cíli (m)	plocha (ha)	výnos (t)	výnos (GJ)	ztráty z pojezdu		počet obřátek	hlavní náklady (GJ) <sup>2</sup>	cestovní náklady (GJ)	cestovní náklady % z celkových n.	celkové energetické náklady (GJ)	posklizňové ztráty <sup>1</sup> (GJ)	energetický zisk (GJ)	energetický zisk (GJ/ha)	poměr n:v
						(GJ)	% z výnosu									
1	topoly	1 601	0,2054	2,1	29,4	započítává se v sumě		1	1,3	0,072	5,330	1,357	2,8	25,2	122,809	21,647
2	topoly	1 892	1,3202	13,2	188,8			1	8,3	0,085	1,025	8,342	17,9	162,5	123,096	22,631
3	topoly	1 152	2,1734	21,7	310,8			2	13,6	0,104	0,760	13,697	29,5	267,6	123,113	22,692
4	topoly	641	0,3736	3,7	53,4			1	2,3	0,029	1,224	2,366	5,1	46,0	123,083	22,585
5	topoly	985	2,8697	28,7	410,4			3	17,9	0,133	0,738	18,080	39,0	353,3	123,115	22,697
suma	topoly	6 271	6,9423	69,4	992,8		9,6	8	43,4	0,424	0,968	43,842	94,3	845,0	121,717	22,644

Zpracoval: Lébl

V posledním sloupci je uveden poměr výnosů k nákladům, který vypovídá o efektivitě produkce biomasy.

Ve sloupci 15 je uveden energetický zisk, který činí 845 GJ, což je množství energie, které dle odstavce 10.4.1. téměř postačuje pro zajištění potřeby energie pro vytápění kulturního střediska. Energetický zisk je vypočítán dle vzorce 8-6.

#### 14.2. Vyhodnocení varianty Varianta 2

Cílem této varianty bylo posoudit energetický potenciál zemědělských ploch a lesa o výměrách vycházejících z průměrných výměr pozemků na 1 osobu ČR (odstavec 10.4.2.) zejména z toho důvodu, aby mohla být zjištění aplikována na ostatní obce. V následující tabulce je uvedena rozvaha a výsledky této varianty.

Tab. 14-3. Využití půdy a energetický zisk ve Varianta 2

KATEGORIE	využití půdy	plochy celkem (ha)	zahrnuto do Varianty 2 (331 obyvatel) (ha)	určeno pro energetické využití (ha)	určeno pro energetické využití v %	energetický zisk (GJ/ha)	energetický zisk (GJ)	energie/osobu (GJ)
orná půda	potraviny	98,2	66,0	52,8	80	43	2 272	6,9
orná půda	energetické plodiny		32,1	32,1	100	125	4 007	12,1
TTP	seno	31,4	31,4	0,0	0			0,0
lesní pozemky	dřeviny	85,4	85,4	85,4	100	18	1 580	4,8
suma		215,0	215,0	170,4			7 867	23,7

Zpracoval: Lébl

Struktura podrobnější tabulky je stejná jako v případě Varianty 1 (Tab. 14-2.). Tabulka obsahuje všechny pozemky a druhy biomasy v této variantě posuzované.

Ve sloupci „poměr n:v“ je znatelná proměnlivost hodnot mezi skupinami druhů biomasy. Při srovnání dosaženého poměru n:v se závěry studie "Energy Balance of Solid Biofuels" (Scholz a spol. 1998), viz Graf 8-1., ze které byla čerpána data o nákladech, vidíme největší rozdíl u borovice, který je zejména způsoben započítáním ztrát vody v průběhu vysychání dřevní hmoty, viz Tab. 8-5. Stále však borovice vykazuje poměr n:v 1:29, což je nejlepší poměr ze všech sledovaných plodin, zejména proto, že náklady na založení plantáže jsou rozloženy do období 140 let.

Tab. 14-4. Výsledky Varianty 2

pozemek	plodiny	vzdálenost k cíli (m)	plocha (ha)	výnos (t)	výnos (GJ)	ztráty z pojezdu		počet obrátek	hlavní náklady (GJ) <sup>2</sup>	cestovní náklady (GJ)	cestovní náklady % z celkových n.	celkové energetické náklady (GJ)	posklizňové ztráty <sup>1</sup> (GJ)	energetický zisk (GJ)	energetický zisk (GJ/ha)	poměr n:v
						(GJ)	% z výnosu									
1	topoly	998	12,0534	120,5	1 723,6			10	75,4	0,451	0,026	75,833	163,7	1 484,1	123,124	22,729
2	topoly	1 364	10,6528	106,5	1 523,3			9	66,6	0,555	0,036	67,177	144,7	1 311,4	123,109	22,677
3	topoly	1 160	3,5169	35,2	502,9			3	22,0	0,157	0,031	22,152	47,8	433,0	123,116	22,703
4	topoly	2 487	0,1227	1,2	17,5			1	0,8	0,112	0,640	0,880	1,7	15,0	122,245	19,945
5	topoly	555	0,1540	1,5	22,0			1	1,0	0,025	0,114	0,988	2,1	18,9	122,998	22,285
6	topoly	1 657	0,1760	1,8	25,2			1	1,1	0,075	0,297	1,175	2,4	21,6	122,736	21,409
7	topoly	1 577	0,2289	2,3	32,7			1	1,4	0,071	0,218	1,503	3,1	28,1	122,850	21,781
8	topoly	1 351	0,2890	2,9	41,3			1	1,8	0,061	0,148	1,869	3,9	35,5	122,950	22,119
suma topoly		11 149	27,1937	271,9	3 888,7			27	170,1	1,507	0,039	171,576	369,4	3 347,7	123,106	22,665
9	ozdobnice	526	1,7585	21,1	306,0			3	17,6	0,095	0,031	17,660	64,3	224,1	127,418	17,327
10	ozdobnice	540	1,5921	19,1	277,0			3	15,9	0,098	0,035	16,000	58,2	202,9	127,411	17,314
11	ozdobnice	2 958	0,6575	7,9	114,4			1	6,6	0,179	0,156	6,746	24,0	83,6	127,200	16,959
12	ozdobnice	1 008	0,3379	4,1	58,8			1	3,4	0,061	0,104	3,436	12,3	43,0	127,292	17,112
13	ozdobnice	682	0,3328	4,0	57,9			1	3,3	0,041	0,071	3,365	12,2	42,4	127,348	17,208
14	ozdobnice	2 802	0,3218	3,9	56,0			1	3,2	0,169	0,302	3,384	11,8	40,9	126,946	16,549
15	ozdobnice	2 927	0,1815	2,2	31,6			1	1,8	0,177	0,560	1,990	6,6	23,0	126,497	15,872
suma ozdobnice		11 443	5,1822	62,2	901,7			11	51,8	0,820	0,091	52,580	189,4	659,8	127,314	17,149
16	ostat. zrniny	1 634	7,9073	41,3	577,6	započítává se v sumě		6	22,6	0,592	2,559	23,144	23,1	531,4	67,203	24,959
17	ostat. zrniny	489	6,2904	32,8	459,5			5	17,9	0,148	0,817	18,088	18,4	423,1	67,254	25,405
18	ostat. zrniny	1 067	2,1179	11,1	154,7			2	6,0	0,129	2,089	6,169	6,2	142,4	67,217	25,079
19	ostat. zrniny	622	0,1773	0,9	13,0			1	0,5	0,038	6,919	0,543	0,5	11,9	67,066	23,842
20	zito ozime	914	5,7823	30,2	422,4			4	16,5	0,221	1,323	16,712	16,9	388,8	67,240	25,276
21	zito ozime	624	3,6114	18,8	263,8			3	10,3	0,113	1,086	10,413	10,6	242,9	67,247	25,336
22	zito ozime	730	2,4956	13,0	182,3			1	7,1	0,044	0,616	7,162	7,3	167,9	67,260	25,456
23	tech. plodiny	1 415	6,7428	20,2	273,1			3	19,2	0,256	1,316	19,487	51,9	201,7	29,915	14,014
24	tech. plodiny	1 149	4,4959	13,5	182,1			1	12,8	0,069	0,538	12,892	34,6	134,6	29,938	14,124
25	tech. plodiny	390	0,9277	2,8	37,6			1	2,6	0,024	0,884	2,669	7,1	27,8	29,928	14,075
suma potraviny		9 034	40,5486	184,6	2 566,1			27	115,6	1,634	0,064	117,279	176,6	2 272,3	56,038	21,880
26	borovice	1 845	42,239	84,7	1 211,2			6	41,8	0,500	1,181	42,329	387,6	781,274	18,496	28,613
27	borovice	940	10,666	21,4	305,8			2	10,6	0,085	0,798	10,647	97,9	197,322	18,500	28,724
28	borovice	1 679	9,990	20,0	286,5			2	9,9	0,152	1,510	10,045	91,7	184,742	18,493	28,518
29	borovice	1 359	9,878	19,8	283,2			2	9,8	0,123	1,240	9,905	90,6	182,695	18,496	28,596
30	borovice	1 080	9,113	18,3	261,3			2	9,0	0,098	1,070	9,123	83,6	168,576	18,498	28,646
31	borovice	1 381	2,853	5,7	81,8			1	2,8	0,062	2,161	2,888	26,2	52,745	18,486	28,330
32	borovice	1 146	0,7015	1,4	20,1			1	0,7	0,052	6,933	0,746	6,4	12,932	18,435	26,948
suma les		9 430	85,440	171,3	2 450,0			16	84,6	1,071	1,250	85,683	784,0	1 580,3	18,496	28,593
suma		41 056	158,365	690,0	9 806,5	3,0	0,03	81	422,1	5,033	0,051	427,118	1 519,3	7 857,0	49,613	22,960

Zpracoval: Lébl

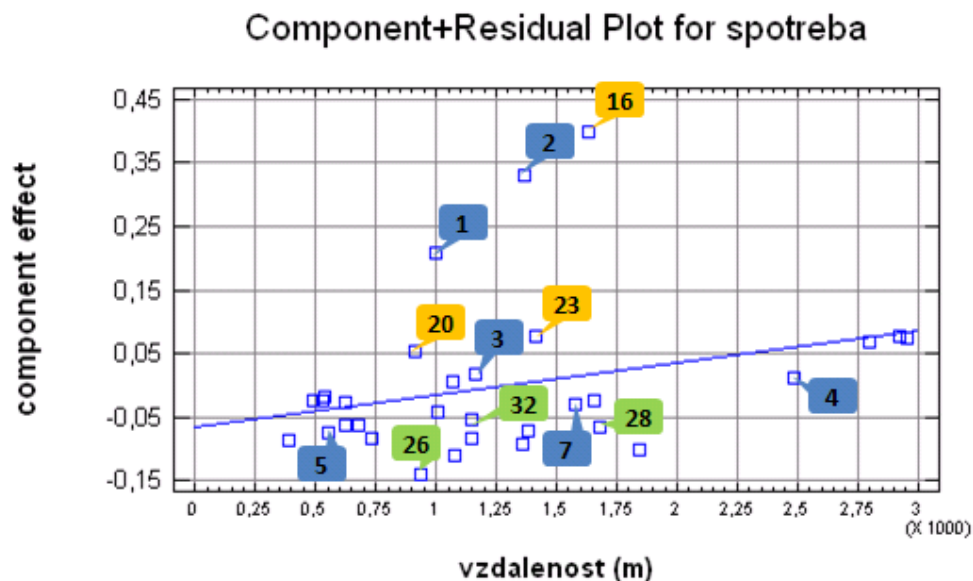
Druhý nejlepší poměr, 1:25, má sláma ze žita a ostatních zrnin, což odpovídá dolní hranici uvedené ve zmiňované studii. Tohoto poměru je dosaženo zejména z důvodu nezapočítání nákladů na pěstování, jelikož se v případě slámy jedná o odpadní biomasu. Nejhoršího poměru bylo dosaženo u slámy z technických plodin, 1:14, což je způsobeno nižšími výnosy slámy z technických plodin. Stejně jako v případě borovice, projevilo se započítání ztrát vody významněji i u topolů, poměr 1:23. Ke zlepšení poměru došlo u ozdobnice, poměr 1:17. To lze vysvětlit nižšími náklady na pěstování odproštěnými od použití chemických látek.

I když celkový vliv dopravy na malé vzdálenosti je na energetickou bilanci malý, existují v jednotlivých případech mezi různými druhy plodin významné rozdíly.

Nejvýznamější rozdíl je patrný v případě procentuálního vyjádření cestovních nákladů, zejména u pozemku č. 5. (minimum) a 32. (maximum). V případě maxima se jedná o kombinaci faktorů vzdálenost k cíli a velikosti plochy, a také hlavních nákladů, které jsou u borovice ze všech sledovaných plodin nejmenší, viz sloupec poměr n:v. Minimum u topolů lze vysvětlit vysokými energetickými výnosy.

Na následujícím grafu je zobrazena závislost spotřeby pohonných hmot na vzdálenosti místa zpracování biomasy od jejího zdroje a velikosti jeho plochy. Z grafu je patrné, že s narůstající velikostí pozemku a jeho vzdáleností od místa zpracování/využití narůstá spotřeba pohonných hmot, zejména z důvodu počtu obrátek.

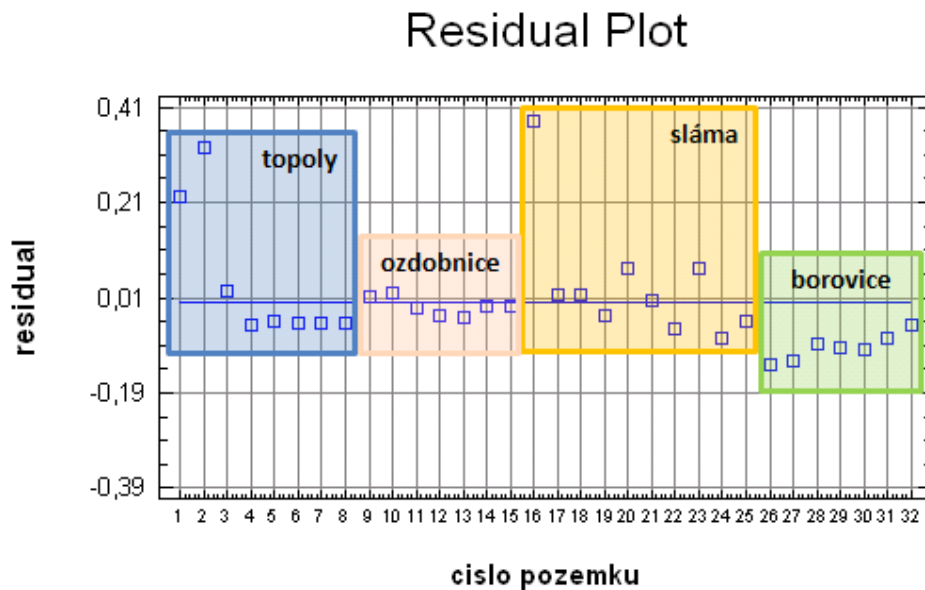
Graf 14-1. Závislost spotřeby pohonných hmot na vzdálenosti místa zpracování biomasy od jejího zdroje a velikosti jeho plochy (čísla představují čísla pozemků):



Zpracováno ve Statgraphics a Excelu

Na následujícím grafu jsou sledované pozemky seřazeny dle pořadí.

Graf 14-2. Graf residuů



Zpracováno ve Statgraphics a Excelu

U borovice toto tvrdit nelze. To je pravděpodobně způsobeno počtem obrátek, který je na první pohled vzhledem k velikosti pozemku velmi malý. Avšak kapacita jednoho odvozu ( $35\text{m}^3$ ) jej vysvětluje. Poměr spotřeby pohonných hmot a využití dopravního prostředku

narůstá u menších pozemků s menšími výnosy, jelikož využití přepravního prostředku je menší.

Z výsledků Varianty 1 a 2 je patrné, že ztráty z pojezdu nejsou pravděpodobně (malá velikost vzorku) lineárně závislé na velikosti využívaného území, ale závisí na hustotě sítě komunikací. Pokud je složka rastru, která představuje komunikace, dostatečně hustá, nebudou ztráty z pojezdu vznikat. V případě, že je síť nedostatečná a/nebo nepřiléhá přímo k pozemku, bude častěji docházet k vyhledání cesty přes ostatní složky rastru, a tak navyšovat ztráty z pojezdu. To je také příčina proč, v případě této varianty (Varianta 2), došlo k vyhledání nejlevnější cesty, pro modře vyznačené (topoly) - nejsevernější pole (viz Příloha 3), přes pole žluté (ostatní zrniny) a ne po komunikaci, která k pozemku nepřiléhá.

#### **14.2.1. Energetický zisk Varianty 2 a jeho využití (Technologický potenciál)**

Energetický zisk Varianty 2 je uveden ve sloupci 15 (Tab. 14-2) a činí po odečtení ztrát z pojezdu 7857 GJ energie. Po přičtení dalších 65 GJ ze zahrad a sadů činí energetický zisk 7922 GJ. Efektivnost využití tohoto množství energie závisí na formě biomasy (štěpka, balíky, pelety apod.) a typu zařízení (vytápění + TUV, kogenerace, apod.), viz kapitola 9.

V dalším kroku je tedy nutno posoudit kolik energie, lze z množství 7857 GJ ve skutečnosti využít. Pro výrobu tepla a TUV je zvolena efektivita využití 0.8 (údaj pro štěpku) (tzb-info), pro kogeneraci 0.87 (odstavec 9.2.1.). Čistý energetický zisk, viz vzorec 8-7. tedy při efektivitě 0.8 činí 6338 GJ, při efektivitě 0.87 je 6892 GJ.

Jelikož není známo obsazení a energetická náročnost budov v obci, bude v následujících úvahách vycházeno ze statistických údajů. Existuje několik variant pohledu na spotřebu energie v bytech. Může se vycházet z velikosti bytu, anebo počtu osob v domácnosti (kapitola 9).

Dle údajů uvedených v kapitole 9, je v ČR průměrná velikost obytné (vytápěné) plochy bytu  $63.5 \text{ m}^2$  a průměrná obytná plocha na 1 osobu je  $18 \text{ m}^2$ . Dále se uvádí, že spotřeba energie na přípravu TUV je 13 GJ (3614 kWh)/byt a stejné množství je zapotřebí pro pokrytí spotřeby elektrospotřebičů.

Z hlediska počtu osob se spotřeba elektrické energie v domácnostech liší v závislosti na její velikosti, viz Tab. 9-2. Pokud tedy ve variantě první (č.1) budeme vycházet z průměrné velikosti obytné plochy bytu, o spotřebě energie pro vytápění  $200 \text{ kWh/m}^2$ , 13 GJ na přípravu TUV, a 3614 kWh pro spotřebu elektrospotřebičů, nebude získaná čistá energie 6338 GJ postačovat pro pokrytí energetických potřeb celého bytového fondu Žďárce. Pokryje spotřebu 108 jednotek v případě vytápění a přípravy TUV, a pro kogeneraci zajistí energii pro 90 jednotek (TUV + vytápění) a 122 jednotek (elektrická energie), viz tabulka níže.

Tab. 14-5. Rozvaha konečného využití energie

Druhy scénářů	SD 250 kWh/m <sup>2</sup> /rok			ON 80kWh/m <sup>2</sup> /rok			NED 50kWh/m <sup>2</sup> /rok			PD 15kWh/m <sup>2</sup> /rok		
	VÝROBA TEPLA 80%	KOGENERACE 67% + 20%		VÝROBA TEPLA 80%	KOGENERACE 67% + 20%		VÝROBA TEPLA 80%	KOGENERACE 67% + 20%		VÝROBA TEPLA 80%	KOGENERACE 67% + 20%	
	VY + TUV (GJ)	VY + TUV (GJ)	ostatní (kWh)	VY + TUV (GJ)	VY + TUV (GJ)	ostatní (kWh)	VY + TUV (GJ)	VY + TUV (GJ)	ostatní (kWh)	VY + TUV (GJ)	VY + TUV (GJ)	ostatní (kWh)
využitelná energie VARIANTA 2 (CEZ)	6 338	5 308	440 113	6 338	5 308	440 113	6 338	5 308	440 113	6 338	5 308	440 113
1 *spotřeba/byt (dům) (obytná plocha 63,5m <sup>2</sup> )	59	59	3 614	31	31	3 614	24	24	3 614	16	16	3 614
pokryta spotřeba (x) domů	108	90	122	203	170	122	259	217	122	386	323	122
2 *spotřeba/byt průměrné obecní domácnosti (18 m <sup>2</sup> plochy/os.)	43	43	3 394	10	10	3 394	8	8	3 394	6	6	3 394
pokryta spotřeba (x) domácností	146	122	130	616	516	130	759	636	130	1 042	873	130
3 *spotřeba/osobu žijící o samotě (18 m <sup>2</sup> )	18	18	1 730	10	10	1 730	8	8	1 730	6	6	1 730
pokryta spotřeba (x) obyvatel	351	294	254	616	516	254	759	636	254	1 042	873	254

Zpracoval: Lébl

Varianta druhá (č.2) využívá údaje o průměrné obytné ploše pro jednu osobu a tu násobí průměrným počtem obyvatel Žďárce žijících v jednom bytě (331 osob/140 bytů), tj. 2.4 os. na 1 byt.

V této variantě množství získané energie postačuje pro vytápění a přípravu TUV starších domů (SD), avšak pro kogeneraci také ne.

V dalších scénářích, tzn. Scénář pro obvyklou novostavbu (ON), nízkoenergetický dům (NED), či pro dům pasivní (PD) množství energie pro vytápění a TUV postačuje jak v případě výroby tepla, tak i kogenerace, a taktéž vznikají velké přebytky, které lze využít jednak v Kulturním středisku, ale také například v privátní sféře. Avšak pro pokrytí spotřeby elektrické energie bytového fondu není množství 7922 GJ dostačující, pokrývá spotřebu "pouze" 93 % domácností. Zbývá pokrýt spotřebu tepla a TUV osmnácti a spotřebu elektřiny deseti domácností.

Pokud bychom měli pokrýt spotřebu zbývajících osob/bytů bylo by zapotřebí zajistit dalších 665 GJ energie, což odpovídá ploše např. 5 ha topolů, či 36 ha borovicového lesa.

Zbylou část zemědělského půdního fondu a lesa činící 247.5 ha (viz Tab. 15-1.), lze teoreticky využít pro vývoz buď v podobě potravin, anebo biomasy.

Varianta třetí (č.3) využívá údaje o průměrné obytné ploše pro jednu osobu a v případě spotřeby elektrické energie kalkuluje s hodnotou uvedenou v Tab. 9-1.

Vyplývá z ní, že získaná biomasa pokrývá ze 106% spotřebu energie na přípravu TUV a vytápění pro potřeby jednoho člověka ČR žijícího v domech s tepelnou ztrátou 200 kWh/m<sup>2</sup> a v případě NED až 229%. V případě kogenerace, pro teplo a TUV, je to 89%, respektive 192% a pro elektrickou energii 77%.

V následující tabulce je uveden podíl jednotlivých zdrojů biomasy na čisté energetické bilanci. Z tabulky je patrné, že 49% energie lze pokrýt z biomasy odpadní.

Tab. 14-6. Zdroje energie v procentech

Zdroj energie	GJ	%
topoly	2 912	43
ozdobnice	574	8
potraviny	1 977	29
les	1 375	20
suma	6 838	100



## 15. Využití zbytkové plochy katastru Žďárec (VARIANTA 3)

Aby bylo zhodnocení energetického potenciálu biomasy území kompletní, budou v této kapitole hledány možnosti využití zbytkové plochy.

Tu lze využít pro různé účely. Z pohledu tohoto projektu bude opět uvažováno její využití pro produkci potravin, nebo biomasy v závislosti na požadavcích a podmínkách okolí, jímž jsou sousedící obce.

Pokud budeme vycházet z předpokladu, že biomasa je pro energetické účely využívána i v těchto obcích, je její dostupné množství v každé obci závislé na minimálně těch podmínkách, které byly při hodnocení energetického potenciálu Žďárce brány v potaz.

I když se jedná o významnou generalizaci zjištěných údajů z konkrétní lokality, budou tato zjištění aplikována pro hodnocení energetického potenciálu jejího nejbližšího okolí. Lze předpokládat, že přírodní podmínky okolních obcí budou velmi blízké těm, které jsou ve Žďárci.

### 15.1. Zhodnocení energetického potenciálu plochy k dalšímu využití

Pro další použití je k dispozici celkem 247,5 ha půdy.

Tab. 15-1. Přehled množství půdy zbytkových ploch k dalšímu využití

KATEGORIE	pro využití (ha)	zahrnuto do Varianta 2 (331 obyvatel)	plochy k dalšímu využití (ha)
orná půda	275,1	98,2	176,9
TTP	71,2	31,4	39,9
lesní pozemky	116,2	85,4	30,8
suma	462,5	215,0	247,5

Pokud bude plocha TTP využita pro energetické účely, je stejně, jako v případě orné půdy nejdříve odečíst plochy o sklonitosti vyšší než 12 stupňů.

V případě orné půdy je struktura zbytkových ploch i s hodnotami HPJ uvedena v následující tabulce:

Tab. 15-2. Zbytkové plochy orné půdy a jejich vhodnost pro pěstování

HPJ	orná půda	vhodnost	
		ozdobnice	topoly
29	47	2 (průměrné)	2 (průměrné)
32	102	nevhodné	nevhodné
37	24	nevhodné	nevhodné
40	4	nevhodné	nevhodné
50	0	2 (průměrné)	1 (optimální)
58	0	1 (optimální)	1 (optimální)
68	1	nevhodné	1 (optimální)
suma	177		

Zpracoval: Lébl

Z tabulky je patrné že velká část orné půdy (130 ha) je pro pěstování topolů a ozdobnice nevyhovující. Proto s těmito nevhodnými pozemky nebude dále uvažováno. Data pro jiné, vhodnější plodiny nejsou k dispozici. Jak uvádí tabulka Tab. 15-3. lze ze započítaných ploch získat až 7531 GJ energie.

Tab. 15-3. Využití zbytkových ploch

KATEGORIE	využití půdy	plochy k dalšímu využití (ha)	sklon > 12° TTP	určeno pro energetické využití (ha)	nevhodné pro topoly a ozdobnice (ha)	určeno pro energetické využití (ha)	energetický zisk (GJ)
orná půda	ozdobnice	176,9	již posouzeno	47,10	129,8	23,6	2 899
orná půda	topoly					23,6	2 998
TTP	seno	39,9	6,3	33,6	-	33,6	1 064
lesní pozemky	dřeviny	30,8	již posouzeno	30,8	-	30,8	569
suma		247,5	6,3	111,4		111,4	7 531

Zpracoval: Lébl

Ještě předtím než bude rozhodnuto, zda může být celá zbytková plocha využita pro energetické účely, či zda je lépe její část, s přihlédnutím k požadavkům okolních obcí, využít pro pěstování potravin, je potřeba zjistit, kolik půdy obce potřebují pro zajištění potravinových potřeb a kolik půdy tedy zbývá pro energetické využití, a jaký je tedy jejich energetický potenciál. Pro tento účel bude využita metodika Varianty 2 a 3, s tím rozdílem, že nebudou brány v úvahu půdní ekologické podmínky orné půdy. V případě ostatních obcí a katastru Víckov bude tedy brána v úvahu celá zbytková plocha.

#### 15.1.1. Geografické zpracování širšího území

Dle údajů uvedených v odstavci 10.4.3. budou hodnoceny obce nalézající se v radiusu 15 km od centra obce Žďárec a na základě zjištěných vzdáleností mezi obcemi bude rozhodnuto, do jaké obce je nejlépe biomasu, respektive potraviny dopravovat. Energeticky nejvýhodnější je doprava na minimální vzdálenost.

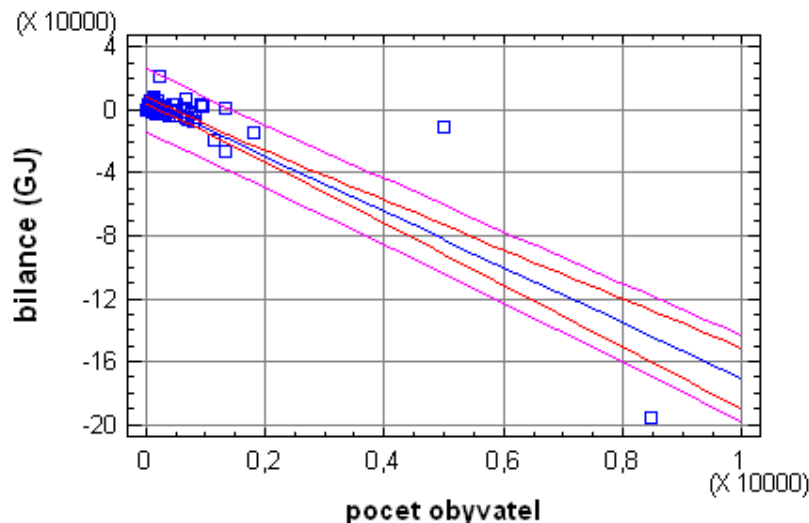
Nejkratší cesta z obce A (Žďárce) do obce B nemusí být z pohledu většího souboru obcí a nejkratších cest mezi nimi ta nejkratší, tudíž hledání nejkratší cesty bude probíhat podle vztahu M:N.

Při zpracování širšího území o radiusu 15 km s centrem v sídle Žďárec je postupováno obdobně, jako v případě území katastru. Jedním z rozdílů je využití funkce BUFFER použité pro výběr obcí spadajících do obalové zóny 15 km okolo centra Žďárce.

Touto funkcí bylo vybráno 102 obcí, včetně katastru Víckov, u kterých byl poté posouzen teoretický energetický potenciál a potenciál zajistit své potravinové potřeby. Z tohoto množství vykazovalo 23 obcí nějaký nedostatek. 21 obcí nebylo schopno zajistit dostatečné množství energie z biomasy pro pokrytí svých potřeb, zejména obce s větším počtem obyvatel (viz Graf 15-1.), 4 obce měly nedostatek plochy pro pěstování zemědělských plodin pro potravinové účely a 11 nedostatek plochy TTP pro chov skotu.



Graf 15-1. Závislost energetické bilance na počtu obyvatel v obci (vzorek 102 obcí)



Zdroj: Statgraphics, zpracoval: Lébl

Korelační koeficient = -0.820929

Pro každou obec s nedostatky byly pomocí COST WEIGHTED DISTANCE, který nezapočítává vertikální faktor, vytvořeny rastry akumulčních nákladů a směru a vyhledány nejkratší cesty ke všem obcím s přebytky. Diagram zpracování dat v ArcGIS je uveden v Příloha 6.

Konečné zpracování výstupů z geografického zpracování bylo provedeno v Microsoft Excel

#### 15.1.2. Výpočet vývozu biomasy v Microsoft Excel

Smyslem využití Excelu v tomto projektu, je provést odečty energetických potenciálů jednotlivých obcí na základě jejich blízkosti.

Bylo postupováno tak, že seznam vyhledaných cest mezi obcemi byl spolu s těmito obcemi a množstvím energie či půdy, které tyto obce nabízí či požadují zkopírován do sešitu programu Excel a byl dále seřazen dle velikosti, od nejkratší cesty po nejdelší, jelikož výpočet (uvedený v jazyce VBA a vývojovém diagramu v Příloha 8.) postupuje od shora tabulky směrem dolů. Seřazení dle vzdálenosti tedy zajistí postup od nejvíce preferované po nejméně preferovanou variantu dovozu biomasy a/či potravin.

Výstupem tohoto procesu je seznam množství energie a půdy, převedené z obce A (v Příloha 8. sloupec 2) na obec B (sloupec 4).

Při výpočtu bylo postupováno tak, že nejdříve bylo vypočteno množství ha půdy, které obec A poskytla ve formě potravin obci B. O poskytnutou výměru půdy byla snížena její zásoba v obci A, u které se také dále projevil nárůst množství odpadní biomasy získané z pěstování potravin a tudíž i její energetický potenciál.

Před provedením výpočtu byla navýšena hodnota půdy KÚ Žďárec o hodnotu KÚ Víckov 65 ha pro ornou půdu a 31 ha TTP.

Výpočtem bylo zjištěno, že k obcím, které mají nedostatek potravin, existují obce jiné, bližší než obec Žďárec, jenž zajistí dovoz potravin, tudíž všechna půda ve Žďárci může být využita pro pěstování energetických plodin (viz 15.2.), které mohou být dále distribuovány do okolních obcí.

Výpočet (Příloha 8.) je tedy proveden ještě jednou, avšak nyní se zjišťuje vývoz energetického potenciálu (biomasy). Opět byla k hodnotě pro KÚ Žďárec přičtena hodnota za KÚ Víckov.

### 15.2. Export biomasy za hranice Žďárce

Z analýzy vyplynulo, že energeticky nejúspornější možností vývozu biomasy ze Žďárce je její vývoz do obcí Rozseč a Milešín, jejichž energetické požadavky na zajištění dostatečného množství energie pro bytový fond jsou nyní plně pokryty, a obec Dolní Loučky, která však i po dovozu biomasy ze Žďárce stále postrádá určité množství energie, které bude pokryto dovozem z jiné obce. Výstup, viz příloha 7.

Žďárec je od těchto obcí vzdálen ne více, jak 10 km, proto není potřeba navyšovat energetické vstupy do produkce paliva jeho peletizací (viz 8.1.6.), tudíž bude využito stejné technologie jako v případě Varianty 1 a 2. Štěpkování pro dřeviny (borovice) a topoly, a balíkování pro seno a ozdobnice.

Tab. 15-4. Technologický potenciál exportované biomasy (data pro KÚ Žďárec)

Obec	importovaná energie (GJ)	druh biomasy	množství biomasy (t)	vzdálenost k obci Žďárec (m)	spotřeba paliva v GJ/km	spotřeba paliva na obrátku GJ	biomasa /obrátku (t)	počet obrátek	spotřeba paliva celkem (GJ)	energetický zisk (GJ)	technologický potenciál (GJ) (kogenerace 87%)
Rozseč	540,0	topoly	37,8	5 750	0,0226	0,260	13,0	3	0,8	539,2	469,1
Milešín	223,0	topoly	15,6	6 627	0,0226	0,300	13,0	2	0,6	222,4	193,5
Dolní Loučky	2 235,4	topoly	154,2	7 296	0,0226	0,330	13,0	12	3,9	2 231,4	1 941,3
Dolní Loučky	569,4	borovice	39,8	7 296	0,0226	0,330	16,7	3	1,0	568,4	494,5
Dolní Loučky	2 899,2	ozdobnice	199,9	7 296	0,0302	0,441	8,0	25	11,0	2 888,2	2 512,8
Dolní Loučky	1 064,3	seno	88,7	7 296	0,0302	0,441	8,0	12	5,3	1 059,1	921,4
suma	7 531,4		207,5	41 561		2,100		54	23	7 508,8	6 532,6

Zpracoval: Lébl

Po započítání energetických vstupů na přepravu biomasy do výše jmenovaných obcí, činí energetický zisk z Varianty 3, 7531 GJ energie. Při využití tohoto množství kogenerací s 87% účinností lze získat čistý zisk 6533 GJ energie.

Sečtením čistého energetického zisku Varianty 2 (6892 GJ, viz odstavec 14.2.1.) a Varianty 3 získáme celkový čistý energetický potenciál (technologický potenciál) území KÚ Žďárce, který činí 13214 GJ, a kde stále zůstává cca 129 ha půdy k dalšímu využití.

V následující tabulce jsou uvedeny součty různých druhů potenciálů pro KÚ Žďárce:

Tab. 15-5. Teoretický, dostupný a technologický energetický potenciál KÚ Žďárce (dle odstavce 5.2)

KATEGORIE	celková plocha potencionálních zdrojů biomasy Žďárce		plocha získaná geografickým zpracováním a odečty půdy určené pro jiné využití (brány v úvahu jsou i ekologické podmínky území)		dostupný potenciál je snížen o náklady a je brána v potaz efektivita konečného využití	
	teoretický potenciál (ha)	teoretický potenciál (GJ)*	dostupný potenciál (ha)	dostupný potenciál (GJ)	technologický potenciál (ha)	technologický potenciál (GJ)
orná půda	287,9	50 094	145,3	17 272	145,3	10 454
TTP	71,2	2 565	33,6	1 208	33,6	921
lesní pozemky	134,9	12 297	116,2	3 332	116,2	1 838
suma	494,1	64 956	462,5	21 813	462,5	13 214

\* využití ozdobnice čínské - největší výnos ze sledovaných plodin (orná půda)

Zpracoval: Lébl

## 16. Závěr

Za účelem naplnění cílů, bylo v rámci projektu dosaženo následujících výsledků.

Byla provedena analýza pěstování energeticky využitelných plodin, zejména s přihlédnutím ke stanovištním podmínkám a z nich vyplývajících výnosů.

Dále byly posouzeny energetické nároky na zajištění biomasy agrotechnickými činnostmi s návazností na zpracování, skladování a přepravu různých forem biomasy.

Na podkladě dostupných materiálů byla navržena metoda výpočtu energetického potenciálu biomasy zahrnující vstupy do výroby, úržby a provozu strojních zařízení, produkci biomasy a její zpracování.

Tato metoda byla poté použita pro zhodnocení energetického potenciálu geograficky analyzovaného území vybrané obce s ohledem na geografické faktory, především velikosti ploch a přepravní vzdálenosti.

Za doporučení krajského úřadu Vysočina a obecního úřadu v Novém Městě na Moravě byla pro zpracování tohoto projektu vybrána obec Žďárec.

Energetický potenciál byl hodnocen v několika variantách, které v prvním případě zahrnovaly kulturní středisko obce. Zjištění byla poté aplikována na území obce velikostně odpovídající průměrným dostupným plochám kultur pro jednoho obyvatele ČR.

Výstupy z analýzy pilotního území byly poté extrapolovány na přilehlé okolí zahrnující 102 obcí a na základě velikosti energetického potenciálu a dopravní dostupnosti každé z nich byla vybrána nejvhodnější alternativa zajišťující jeho efektivní využití.

Na základě výsledků došel autor tohoto projektu k dalším závěrům.

Potenciál energetického využití biomasy, je schopen v podmínkách obce, dle studovaného rozsahu využitého v tomto projektu, pokrýt vysoké procento energetických potřeb bytového fondu, zejména výrobu tepla pro vytápění a přípravu TUV. V případě využití kogenerace je možno společně s výrobou tepla generovat i určité množství elektrické energie, které má potenciál pokrýt 93 % spotřeby elektřiny bytového fondu. Zde je však třeba si uvědomit, že využití biomasy pro vytápění je většinou časově ohraničeno na dobu topné sezóny, takže i souběžná produkce elektřiny bude většinou lokalizována pro toto období. Většina obcí je však v současnosti napojena na centrální republikové rozvody elektřiny a i podpora výroby energie z obnovitelných zdrojů je v současnosti státem podporována. Tudiž vyrobenou energii lze v době její maximální lokální produkce dodávat do sítě a v době lokálního nedostatku ze sítě naopak odebírat.

Zefektivněním využívání energie u konečných spotřebitelů implementací energeticky úsporných opatření, lze uspořit velkou část energetického potenciálu, který by se jinak využil pro vytápění a přípravu TUV. Tento uspořený potenciál může být dále využit i v podnikové sféře, či veřejných prostorách, jako jsou úřady, knihovny, společenská a kulturní zařízení a podobně.

I když projekt řeší problematiku za současného využití ekologického zemědělství, nepostihuje všechny ekologické aspekty. Ku příkladu, energetický potenciál území by mohl být významně navýšen využitím zemědělství biointenzivního. Problematiku energetického potenciálu území však nelze zúžovat pouze na biomasu. Je totiž třeba zmínit, že závislost na jednom zdroji energie, byť by to byl obnovitelný zdroj, není z hlediska energetické bezpečnosti rozumné a možná ani energeticky efektivní. Je potřeba se ohlížet i po jiných obnovitelných zdrojích, jako je solární energie pro přímý ohřev TUV,

větrná energie, tepelná čerpadla, apod., která v porovnání s biomasou mohou mít v jiných lokalitách lepší poměr nákladů a výnosů.

Při hledání vhodného místa pro vývoz přebytečné biomasy je zapotřebí brát ohled na širší souvislosti a neřešit problematiku pouze lokálně. Čím větší území do analýzy zahrneme, tím přesnější informace bychom měli získat.

Využití GIS má v oblasti hodnocení energetického potenciálu území těžko zastupitelnou roli. Šíře informací získaných dálkovým průzkumem Země (DPZ) umožňuje globální přístup ke studované problematice na straně jedné a využíváním mobilních geoinformačních technologií (MGIT) pomáhá v lokalizaci a studiu reality in situ na straně druhé. V prostředí IT jsou získaná data a informace vizualizovány a pomocí prostorových analýz je umožněna komplexní analýza vztahů mezi sledovanými geoprvky.

## 17. Literatura

Abraham Z., Kovářová M. **Energetické seno a jeho využití**. [online]. [cit. 2008-12-20]. URL:<<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/energeticke-seno-a-jeho-vyuziti>>

Agrotec. [online]. [cit. 2009-4-1]. URL:<<http://www.eagrotec.cz/?clanek=191>>

Badalíková B., Nedělník J. **Vliv různých technologií zpracování půdy na základní půdní vlastnosti ve vztahu k zásadám správné zemědělské praxe**. Výzkumný ústav pícninářský, spol. s r.o. Troubsko. [online]. [cit. 2009-2-17]. URL:<[www.eko-tech.cz/doc/eroze\\_akce\\_ekotech05.ppt](http://www.eko-tech.cz/doc/eroze_akce_ekotech05.ppt)>

Beranovský J., Kašparová M., Macholda F., Srdečný K., Truxa J. **Kombinovaná výroba elektřiny a tepla**. EkoWATT 2007. [online]. [cit. 2009-3-19].

CERES - CERtification of Environmental Standards - GmbH. [online]. [cit. 2009-2-10]. URL:<<http://www.ceres-cert.com/portal/index.php?id=48>>

Cornell University, News Service. **Organic farming produces same corn and soybean yields as conventional farms, but consumes less energy and no pesticides, study finds** [online]. [cit. 2009-1-12]. URL:<<http://www.news.cornell.edu/stories/July05/organic.farm.vs.other.ssl.html>>

CZ Biom. [online]. [cit. 2000].

ČSÚ. Český statistický úřad. URL:<[www.czso.cz](http://www.czso.cz)>

ČZU - Česká zemědělská univerzita v Praze. **Tabulky pro vypracování projektu hnojení**. Katedra agrochemie a výživy rostlin. Praha 2004. [online]. [cit. 2009-2-2]. URL:<<http://kavr.agrobiologie.cz/tabule.pdf>>

David Suzuki Foundation [online]. [cit. 2009-3-12] URL:<[http://www.davidsuzuki.org/About\\_us/Dr\\_David\\_Suzuki/Article\\_Archives/weekly\\_06070201.asp](http://www.davidsuzuki.org/About_us/Dr_David_Suzuki/Article_Archives/weekly_06070201.asp)>

Ecology Action. **Grow Bio**. [online]. [cit. 2009-2-4] URL:<[http://www.growbiointensive.org/grow\\_bio.html](http://www.growbiointensive.org/grow_bio.html)>

Ekowatt/Tabulka: **Výpočet nákladů na vytápění**. [online]. [cit. 2004-9-15]. URL: <<http://www.ekowatt.cz/ekowatt2001/index.php>>

Ekowatt. **Kombinovaná výroba elektřiny a tepla**. [online]. [cit. 2009-3-13]. URL:<<http://old.ekowatt.cz/index.php?id=122>>

ESRI. **ArcGIS 9.2 Desktop Help**. 2006

Forest Research, Forestry Commission, Technical Development Branch. **Harvesting and comminution of short rotation coppice, technote 8/98, 1998.** [online]. [cit. 2009-1-18]. URL: <[http://www.forestresearch.gov.uk/pdf/technote8\\_98.pdf/\\$file/technote8\\_98.pdf](http://www.forestresearch.gov.uk/pdf/technote8_98.pdf/$file/technote8_98.pdf)>

Gabrielová H. **Nepotravinářské využití zemědělské půdy.** CALLA. 2007 [online]. [cit. 2009-1-18]. URL: <[http://www.calla.cz/data/energetika/ostatni/biomasa\\_infolist.pdf](http://www.calla.cz/data/energetika/ostatni/biomasa_infolist.pdf)>

Hamelinck N. C., Suurs A.A.R., Faaij P.C.A. **International bioenergy transport costs and energy balance.** Biomass and Bioenergy 2005; 29:, 114-134

Beranovský J., Macholda F., Srdečný K., Truxa J. **Energie biomasy.** i-EKIS. URL: <<http://www.i-ekis.cz/?page=biomasa>>

Havlíčková K. a spol. **Metodika a analýza potenciálu biomasy v ČR.** Projekt MŽP SP/3g1/24/07, Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, 2007-2010

Holub P., Polanecký P., Matoušek L., Kotecký V. **Návrh Státní energetické koncepce.** Hnutí Duha 2004. [online]. [cit. 2004-9-8]. URL:<[http://www.hnutiduha.cz/publikace/infolisty/pdf/komentar\\_sek.pdf](http://www.hnutiduha.cz/publikace/infolisty/pdf/komentar_sek.pdf)>

Horák J., **Zpracování dat v GIS.** Institut geoinformatiky. VŠB-TU Ostrava. V1.22, 2008

Jeavons J., **How to grow more vegetables and fruits.** Ten Speed Press; 2006

Jiříček I. Rábl V. **Energie z biomasy.** VŠCHT. 2005

Jørgensen U., Dalgaard T., Kristensen S. E. **Biomass energy in organic farming—the potential role of short rotation coppice.** Biomass and Bioenergy 2005; 28: 237-248

Kabeláč, I. **Žďárec - urbanistická studie obce.** Land studio. 1999. 140 s.

Koh A., **Airborne geospatial technologies - geomorphological mapping.** Geotechnologies, Bristol, United Kingdom, 2007. [online]. [cit. 2009-1-18]. URL:<[http://www.rspso.org/documents/learning\\_resources/GEOMORPHOLOGICAL\\_MAPPING\\_1.pdf](http://www.rspso.org/documents/learning_resources/GEOMORPHOLOGICAL_MAPPING_1.pdf)>

Lai F., Akkharath I., Low K. **Impact of ground-based timber harvesting on suspended sediment yield in the Sungai Weng Experimental Watersheds, Kedah, Peninsular Malaysia.** Department of Forest Management, Universiti Putra Malaysia, 43400 UPM, Serdang Selangor DE, Malaysia. [online]. [cit. 2009-1-20]. URL:<<http://www.cababstractsplus.org/abstracts/Abstract.aspx?AcNo=20053083034>>

Lettens S., Muys B., Ceulemans R., Moons E., Garcia J., Coppin P. **Energy budget and greenhouse gas balance evaluation of sustainable coppice systems for electricity production.** Biomass and Bioenergy 2003;24:179–197.

Lundqvist, J., C. de Fraiture a D. Molden. **Saving Water: From Field to Fork – Curbing Losses and Wastage in the Food Chain.** SIWI Policy Brief. SIWI, 2008.

Mäder P., Fliebach A., Dubois D., Gunst L., Fried P., Niggli U. **Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming.** Science 2002; v.296, n.5573

Magcale-Macandog D.B., Delgado M.E.M., Villarin E. Ty., Villarin J.R.T. **A GIS based model to improve estimation of aboveground biomass of secondary forests in the Philippines.** Journal of Tropical Forest Science 2006; 18: 8-21

Motlík a spol. **Čisté teplo: Příležitost leží ladem. Potenciál výroby tepla z obnovitelných zdrojů energie.** Hnutí Duha a Calla, 2008. [online]. [cit. 2009-3-3]. URL:<[www.calla.cz/data/energetika/ostatni/cista\\_energie\\_2008\\_web.pdf](http://www.calla.cz/data/energetika/ostatni/cista_energie_2008_web.pdf)>

Neuerburg W., Padel S. **Ekologické zemědělství v praxi, ročenka organického zemědělství 2.** 1994, Nadace FOA a MZe ČR, Praha, ČR, 476 str.

Nezhoda J., **Energetická studie projektu změny způsobu zásobování teplem obce Pražmo.** VŠB – TU Ostrava. [online]. [cit. 2009-2-2]. URL:<[http://www.prazmo.cz/materialy/zhave\\_odkazy/Energeticka\\_studie.pdf?PHPSESSID=bf2d894ebf423f5542eafcd5584a967e](http://www.prazmo.cz/materialy/zhave_odkazy/Energeticka_studie.pdf?PHPSESSID=bf2d894ebf423f5542eafcd5584a967e)>

Nolan A., Donnell K., Carroll P.J. **Conservation of Miscanthus x Giganteus in bale form.** Department of Biosystems Engineering, University College Dublin, Ireland; Teagasc Crops Research Centre, Ireland.

Nonhebel S., **Energy yields in intensive and extensive biomass production systems.** Biomass and Bioenergy 2002; 22: 159-167

OPET Finland. **High cogeneration performance by innovative steam turbine for biomass-fired CHP plant in Iisalmi, Finland. 2004,** VTT Processes [online]. [cit. 2009-3-13]. URL:< <http://www.opet-chp.net/download/wp3/iisalmifinland.pdf>>

Perpiñá C., Alfonso D., Pérez-Navarro A., Peñalvo A., Vargas C., Cárdenas R. **Methodology based on Geographic Information Systems for biomass logistics and transport optimisation.** Renewable Energy 2009; 34: 555-565

Petr J., Mičák L. **Výnosy žita v ekologickém a intenzivním pěstování.** Česká zemědělská univerzita v Praze 2007, FAPPZ, Katedra rostlinné výroby

Pimentel D., Harvey C., Resosudarmo P., Sinclair K., Kurz D., McNair M., Crist S., Shpritz L., Fitton L., Saffouri R., Blair R. **Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits.** Science 1995; 267: 1117–1123.

Poettinger. [online]. [cit. 2009-4-1]. URL:<[http://www.poettinger.co.at/cz/produkte\\_scheibenmaeher\\_modell.asp?PID=20](http://www.poettinger.co.at/cz/produkte_scheibenmaeher_modell.asp?PID=20)>



Prashad Ch., Datadin V. **A study of the GFC Code of Practice and the Variety Woods Ltd. timber concession.** Iwokrama International Centre Geographic Information Science (GIS) Unit. Technical Report No.2003/001. Leden 2003. [online]. [cit. 2009-1-20]. URL:<[http://www.iwokrama.org/library/pdfdownload/Published\\_VWGL\\_Report.pdf](http://www.iwokrama.org/library/pdfdownload/Published_VWGL_Report.pdf)>

Rojek - tepelná technika. **Údaje o palivovém dřevu.** [online]. [cit. 2009-2-2]. URL:<[http://www.rojek.cz/pdf/TTP/Udaje\\_o\\_palivovem\\_drevu.pdf](http://www.rojek.cz/pdf/TTP/Udaje_o_palivovem_drevu.pdf)>

Schlamadinger B., Apps M., Bohlin F., Gustavsson L., Jungmeier G., Marland G., et al. **Towards a standard methodology for greenhouse gas balances of bioenergy systems in comparison with fossil energy systems.** Biomass Bioenergy 1997;13(6):359–375.

Scholz V., Berg W., Kaulfuß P. **Energy Balance of Solid Biofuels.** Journal of Agricultural Engineering Research 1998; 71: 263-272

Schwarz H., Liebhard P., Ehrendorfer K., Ruckenbauer P. **The effect of fertilization on yield and quality of Miscanthus sinensis ‘Giganteus’.** Industrial Crops and Products 1994; 3: 153-159

Smart, B. **Crop damage by vehicles.** Department of Agriculture, Western Australia Farmnote 1/95 [Reviewed July 2005]. [online]. [cit. 2009-1-18]. URL:<[www.agric.wa.gov.au/content/FCP/FN001\\_1995.PDF](http://www.agric.wa.gov.au/content/FCP/FN001_1995.PDF)>

Simona S., Wiegmannb K. **Modelling sustainable bioenergy potentials from agriculture for Germany and Eastern European countries.** Biomass and Bioenergy 2008;v tisku:1–7.

Sovák L., Stupavský V. **Využití energetické plodiny Miscanthus Gigantheus je rentabilní.** [online]. [cit. 2009-1-18]. URL:<<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vyuziti-energeticke-plodiny-miscanthus-gigantheus-je-rentabilni>>

tzb-info. **Porovnání nákladů na vytápění podle druhu paliva.** [online]. [cit. 2009-12-10]. URL:<<http://www.tzb-info.cz/t.py?t=16&i=269&h=38&obor=5>>

**Větrná energie:** Časopis pro zájemce o využití větrné energie. Česká společnost pro větrnou energii 1997; 1: ISSN 1211-0531.

Voivontas D., Assimacopoulos D., Koukios E.G. **Assessment of biomass potential for power production: a GIS based method.** Biomass and Bioenergy 2001; 20: 101-112

Vonka, M. **Spotřeba primární energie v sektoru domácností.** ČVUT Praha 2003. [online]. [cit. 2004-5-7].

VÚKOZ. **Ozdobnice.** [online]. [cit. 2009-1-18]. URL:<<http://tomcat.cenia.cz/vukoz/plodiny/detail.jsp?id=5>>

Wikipedia/Biointensive. [online]. [cit. 2009-1-20]. URL:<<http://en.wikipedia.org/wiki/Biointensive>>

Wikipedia/GWP. [online]. [cit. 2009-2-17].

URL:<[http://en.wikipedia.org/wiki/Global\\_warming\\_potential](http://en.wikipedia.org/wiki/Global_warming_potential)>

Wood R., Lenzen M., Dey Ch., Lundie S. **A comparative study of some environmental impacts of conventional and organic farming in Australia.** Agricultural Systems 2006; 89: 324-348

**Seznam Tabulek**

Tab. 6-1. Potenciální ohrožení půd vodní erozí na území ČR	15
Tab. 7-1. Varianty využití orné půdy	17
Tab. 7-2. Stanovení absolutního využití ročního přírůstu dendromasy v přepočtu na energetickou hodnotu	18
Tab. 7-3. Odhad potenciálu dendromasy v ČR	18
Tab. 8-1. Specifické kumulativní energetické náklady pro technologie (MJ/kg)	21
Tab. 8-2. Spotřeba hnojiv a pesticidů v konvenčním zemědělství	22
Tab. 8-3. Vstupy do zajišťování vybraných druhů a forem biomasy	23
Tab. 8-4. Propočet tonáže na obrátku	24
Tab. 8-5. Energetické výnosy a ztráty různých druhů a forem biomasy	26
Tab. 9-1. Průměrná spotřeba elektřiny domácností	28
Tab. 9-2. Rozdělení potřeby energie v bytu o různé potřebě tepla na vytápění	28
Tab. 10-1. Struktura půdního fondu katastrálních území obce k roku 2006 v ha	31
Tab. 10-2. Vhodnost půdy pro pěstování energetických plodin	34
Tab. 10-3. Ceny půdy katastru dle vyhlášky č. 3/2008 Sb.	35
Tab. 10-4. Plochy kategorií pozemků na 1 obyvatele ČR a Žďárce v m <sup>2</sup>	36
Tab. 10-5. Rozvaha rozdělení půdy	36
Tab. 10-6. Rozvaha využití vybrané plochy Žďárce a její energetické výnosy	38
Tab. 12-1. Tabulka Vlastnictví	44
Tab. 12-2. Tabulka Pozemky	45
Tab. 12-3. Tabulka Posouzení	45
Tab. 12-4. Tabulka Kategorie	45
Tab. 12-5. Tabulka Výnos	46
Tab. 12-6. Tabulka Pěstování	46
Tab. 12-7. Tabulka Procesy	46
Tab. 14-1. Plochy dostupné pro energetické využití	65
Tab. 14-2. Výsledky Varianty 1	66
Tab. 14-3. Využití půdy a energetický zisk ve Varianta 2	66
Tab. 14-4. Výsledky Varianty 2	67
Tab. 14-5. Rozvaha konečného využití energie	70
Tab. 14-6. Zdroje energie v procentech	70
Tab. 15-1. Přehled množství půdy zbytkových ploch k dalšímu využití	71
Tab. 15-2. Zbytkové plochy orné půdy a jejich vhodnost pro pěstování	71
Tab. 15-3. Využití zbytkových ploch	72
Tab. 15-4. Technologický potenciál exportované biomasy (data pro KÚ Žďárec)	74
Tab. 15-5. Teoretický, dostupný a technologický energetický potenciál KÚ Žďárce	75

## Seznam diagramů

Diagram 8-1. Diagram rybí kosti – analýza vstupů/nákladů pro produkci biomasy	19
Diagram 11-1. Mapa půd	40
Diagram 11-2. Vektorová katastrální mapa	41
Diagram 11-3. Sloučení vektorové katastrální mapy s mapou půd	42
Diagram 11-4. Vytvoření vrstvy POZEMKY	42
Diagram 11-5. Vytvoření vrstvy lesů ochranných (LES_o)	43
Diagram 13-1. Výpočet rastru sklonitosti terénu	47
Diagram 13-2. Nedostupné plochy	47
Diagram 13-3. Dostupné plochy orné půdy	48
Diagram 13-4. Dostupné plochy TTP	48
Diagram 13-5. Dostupné plochy lesů	49
Diagram 13-6. Suma dostupných ploch	49
Diagram 13-7. Výběr ploch pro kulturní středisko	49
Diagram 13-8. Konverze ploch na body	50
Diagram 13-9. Vytvoření nákladového rastru zemědělských ploch	51
Diagram 13-10. Vytvoření rastru cest	51
Diagram 13-11. Vytvoření rastru silnic	51
Diagram 13-12. Vytvoření rastru komunikací	52
Diagram 13-13. Vytvoření rastrové vrstvy nákladů	52
Diagram 13-14. Path distance	53
Diagram 13-15. Shortest path	54
Diagram 13-16. Výběr pozemků pro funkci CLIP	54
Diagram 13-17. Výběr komunikací pro funkci CLIP	56
Diagram 13-18. Využití funkce CLIP	56
Diagram 13-19. Využití funkce ZONAL STATISTICS	56
Diagram 13-20. Využití funkce SURFACE LENGTH	57
Diagram 13-21. Plochy pro pěstování potravin	58
Diagram 13-22. Konverze ploch pro pěstování potravin na body	58
Diagram 13-23. Plochy pro pěstování energetických plodin	59
Diagram 13-24. Eliminace třísek	59
Diagram 13-25. Konverze ploch pro pěstování energetických plodin na body	59
Diagram 13-26. Plochy lesa pro zajištění odpadní biomasy	60
Diagram 13-27. Konverze ploch lesa na body	60
Diagram 13-28. Sloučení pozemků pro pěstování potravin s pozemky pro energetické plodiny	61
Diagram 13-29. Vytvoření vrstvy AGRO	61
Diagram 13-30. Výpočet ztrát z pojezdu	61
Diagram 13-31. Využití funkce SURFACE LENGTH	62
Diagram 13-32. Vytvoření nákladového rastru zemědělských ploch a lesa	62
Diagram 13-33. Path distance	63
Diagram 13-34. Využití funkce ZONAL STATISTICS – Maximum	64



Příloha 1

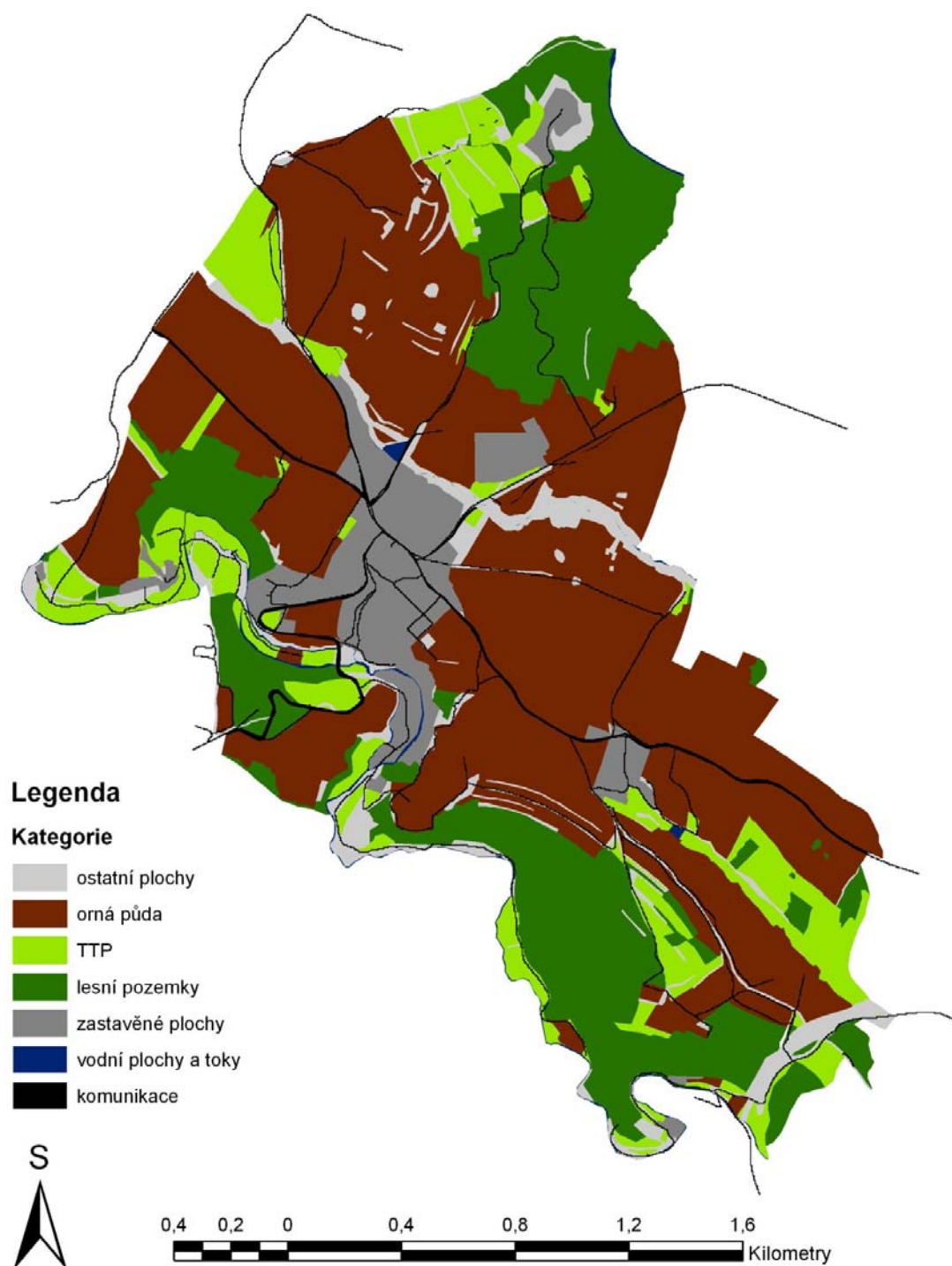
Mapa katastrálních území obce Žďárec (k.ú. Žďárec a Vickov.)



Zdroj: Ortofoto: ČÚZK, Autor: Zdeněk Lébl, Chotěboř, 2009

Příloha 2.

Využití pozemků KÚ Žďárec & rozšířená síť komunikací

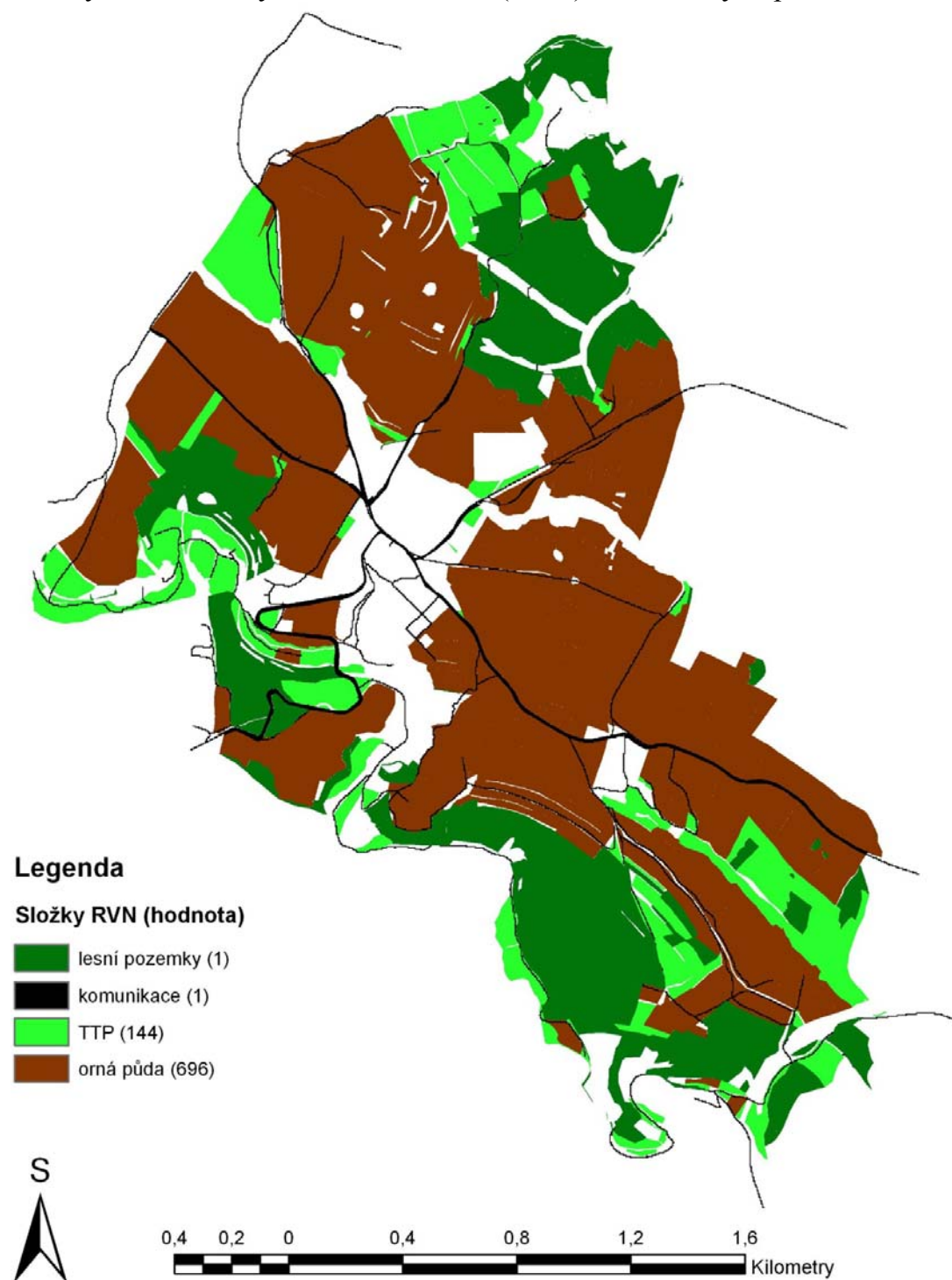


Autor: Zdeněk Lébl, Chotěboř, 2009



Příloha 3.

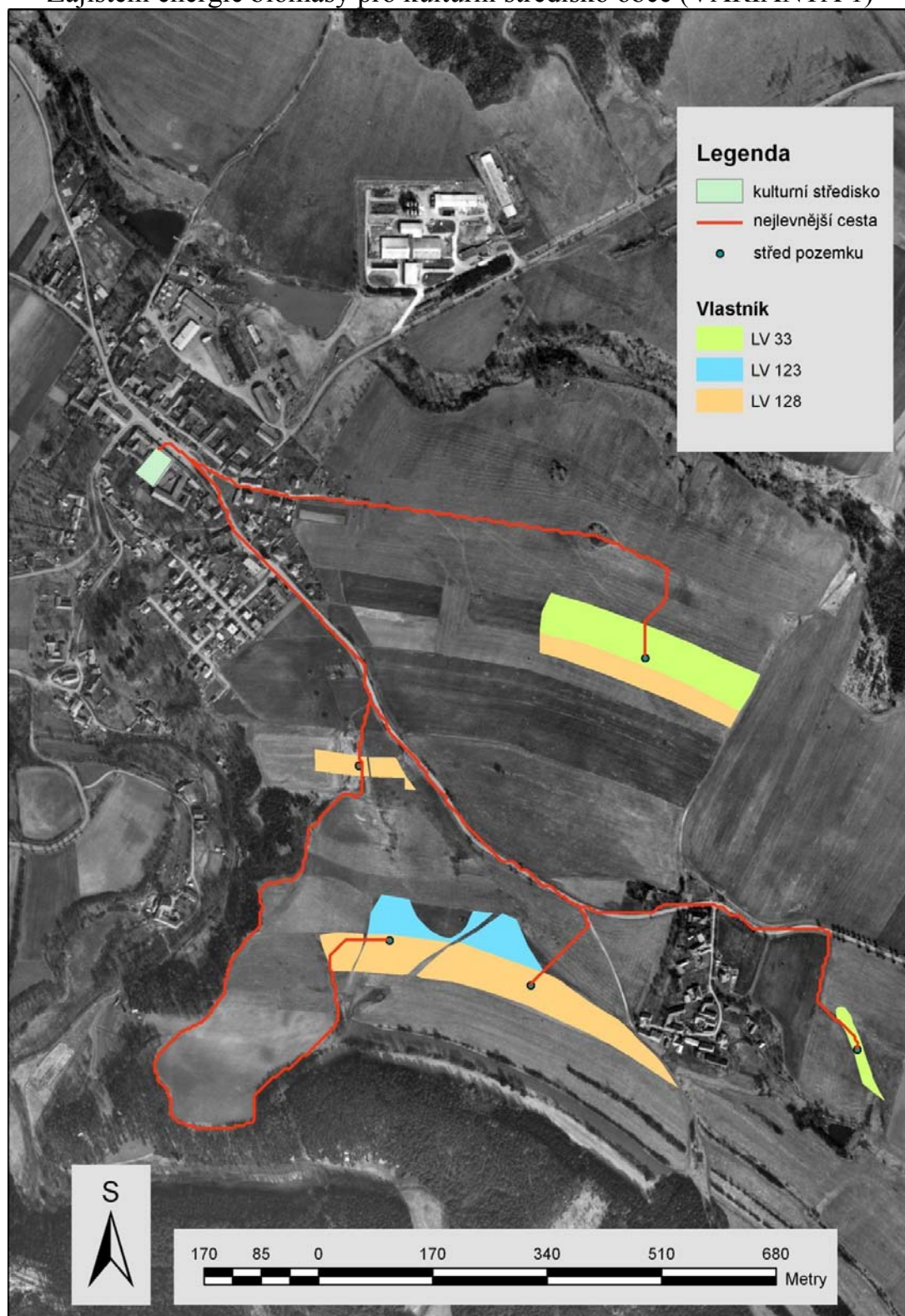
Syntéza rastrových vrstev nákladů (RVN) zemědělských ploch a lesa



Autor: Zdeněk Lébl, Chotěboř, 2009

Příloha 4.

Zajištění energie biomasy pro kulturní středisko obce (VARIANTA 1)

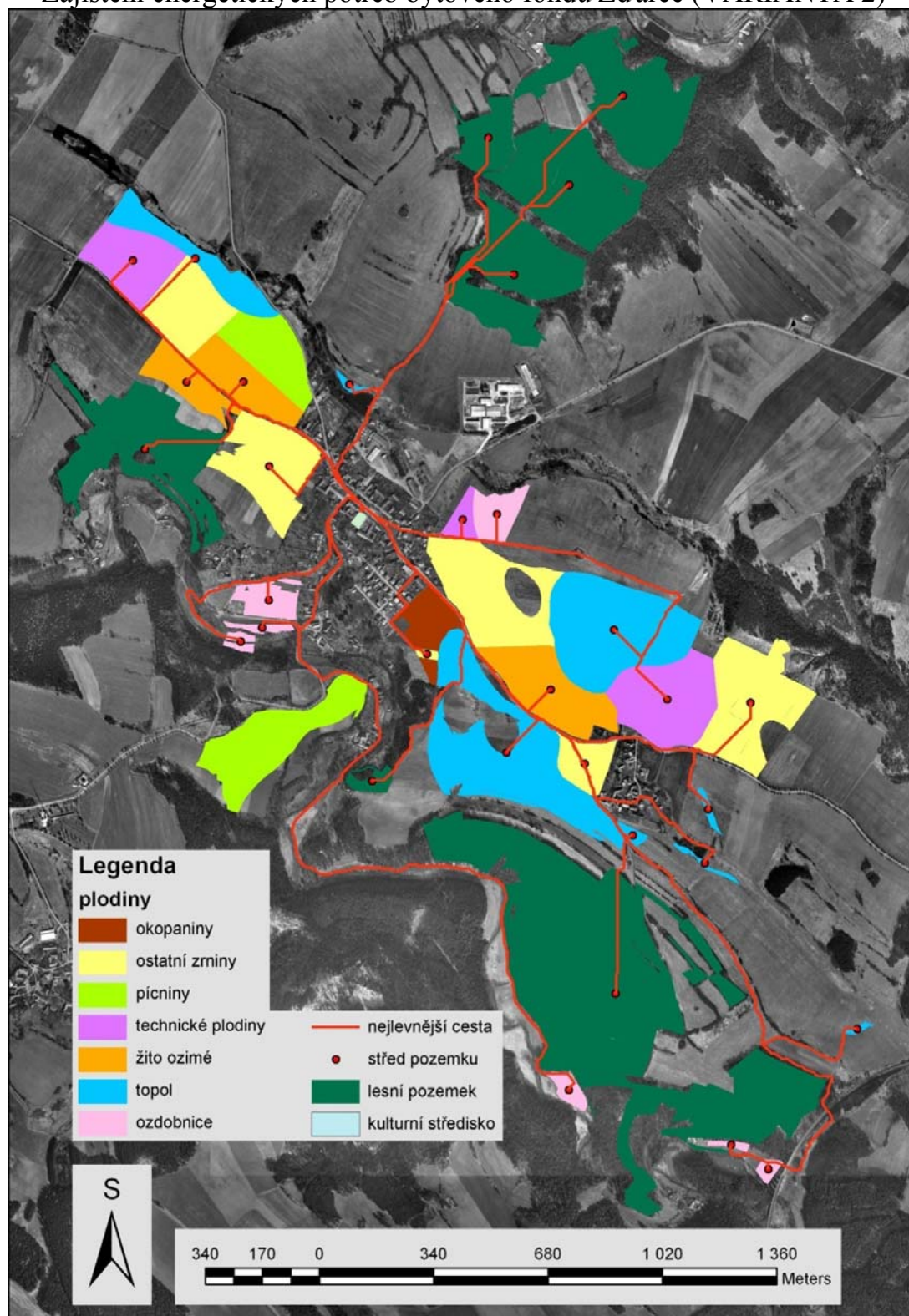


Zdroj: Ortofoto: ČÚZK, Autor: Zdeněk Lébl, Chotěboř, 2009



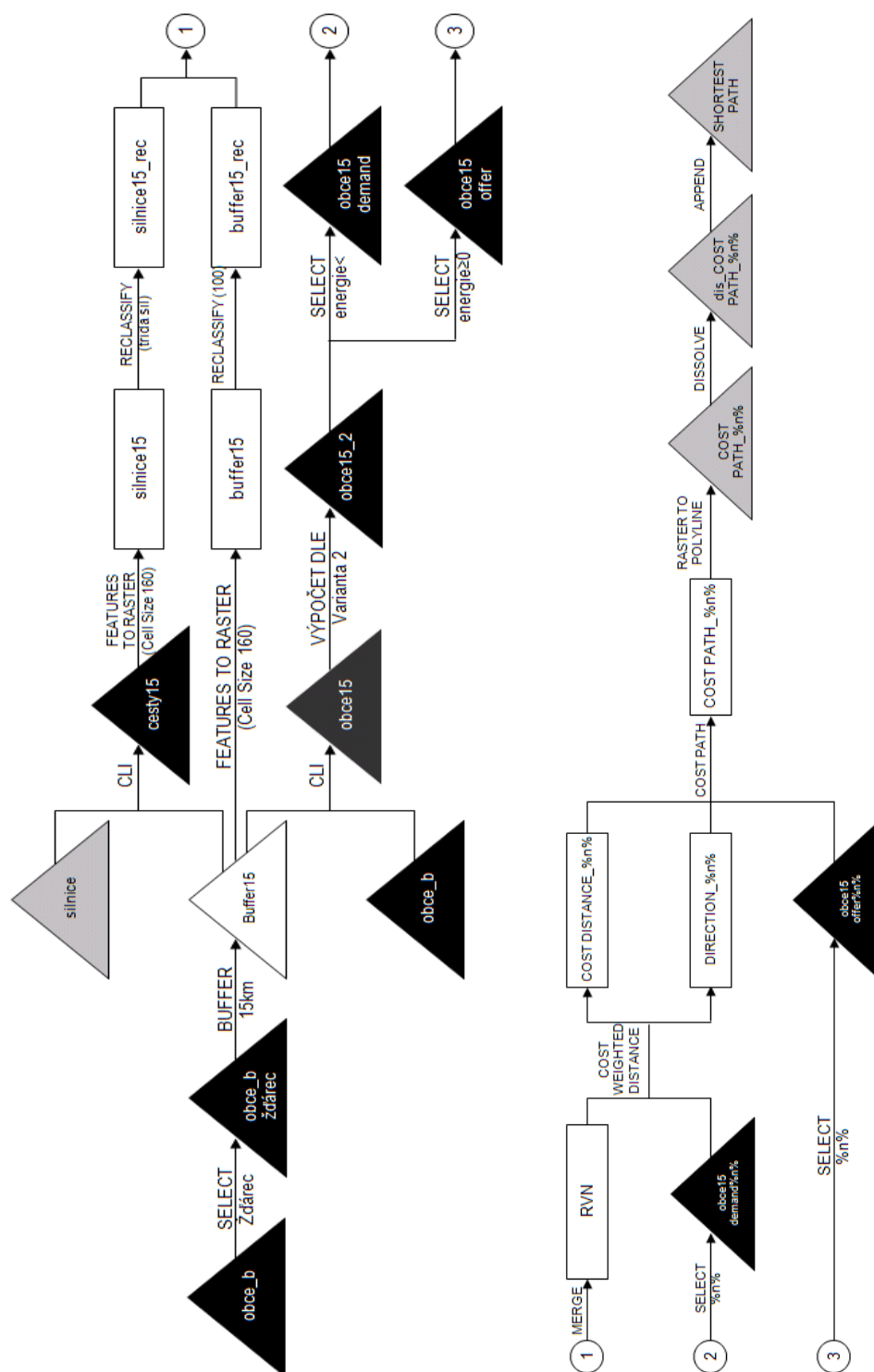
Příloha 5.

Zajištění energetických potřeb bytového fondu Žďárce (VARIANTA 2)



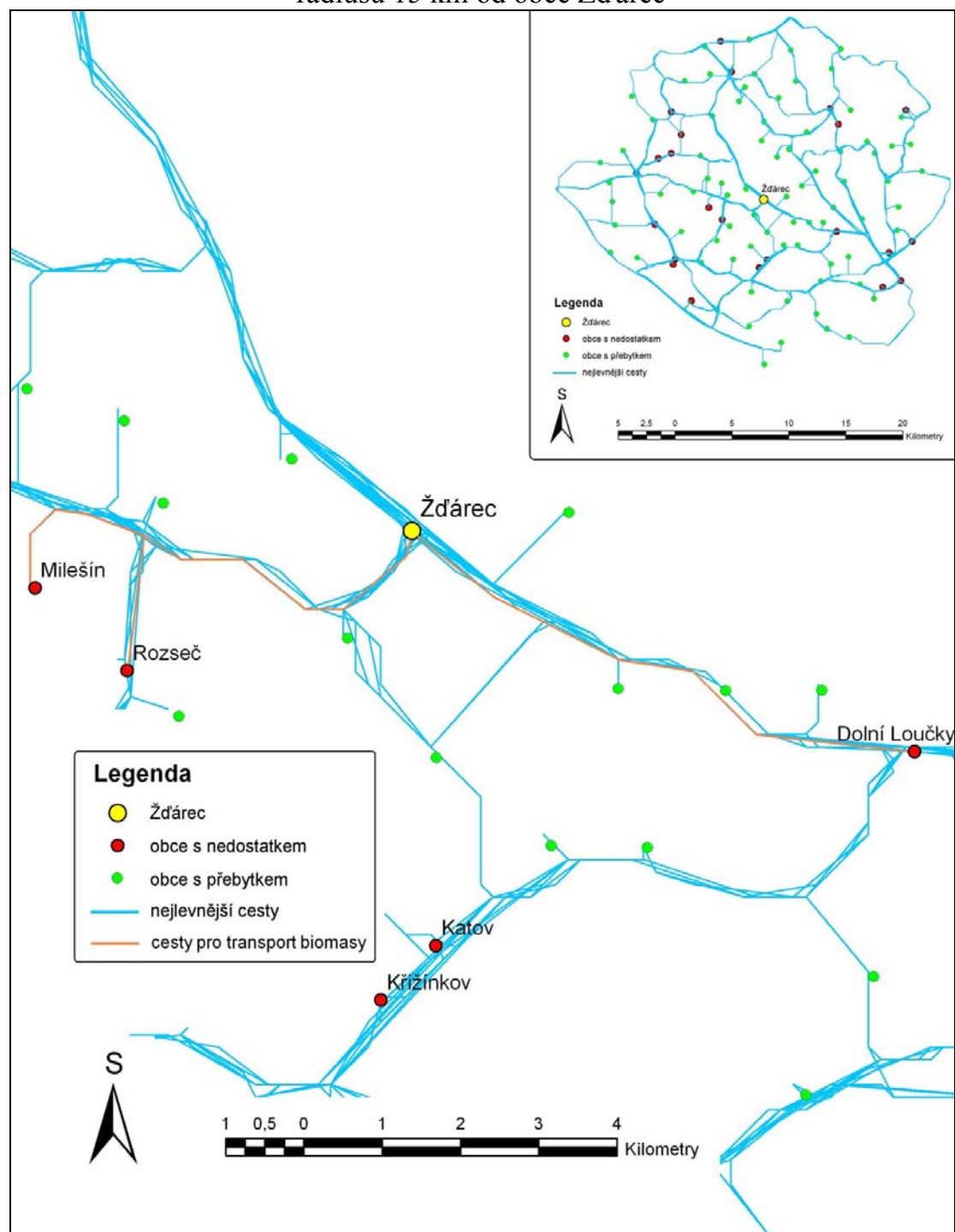
Zdroj: Ortofoto: ČÚZK, Autor: Zdeněk Lébl, Chotěboř, 2009

Příloha 6. Geografické zpracování širšího území



Příloha 7.

Transport biomasy do sousedních obcí /Soubor 102 obcí nacházejících se v  
radiusu 15 km od obce Žďárec



Autor: Zdeněk Lébl, Chotěboř, 2009

## Příloha 8. Výpočet exportu zdrojů (Soukal 2009)

Sub vypocet()

*'stanovení proměnných a jejich datový typ*

Dim x As Integer

Dim y As Integer

Dim dPotreba As Double

Dim dNabidka As Double

*'oblast dat pro výpočet - zahrnuje všechny sloupce (S1, S2, S3, S4, S6) a řádky (x<sub>n</sub>) obsahující data*

With Range("data")

*'Vytvoření cyklu pokrývajícího všechny řádky x<sub>n</sub>*

For x = 1 To .Rows.Count

*'ověření zda pro dané obce (s hodnotami ve sloupcích S2 a S4) a sloupec S6 již proběhl výpočet*

If .Cells(x, 2) &lt;&gt; 0 And .Cells(x, 6) = "" And .Cells(x, 4) &gt; 0 Then

*'načtení hodnot pro dPotreba & dNabidka*

dPotreba = .Cells(x, 2).Value

dNabidka = .Cells(x, 4).Value

*'když je potřeba menší než, nebo rovno nabídka odečti potřebu od nabídky a zapiš výsledek do S6*

If dPotreba &lt; dNabidka Or dPotreba = dNabidka Then

.Cells(x, 2).Value = 0

.Cells(x, 4).Value = dNabidka - dPotreba

.Cells(x, 6).Value = dPotreba

.Cells(x, 6).NumberFormat = "#,##0.00"

*'když je potřeba větší než nabídka, odečti nabídku od potřeby a zapiš výsledek do S6*

Else

.Cells(x, 2).Value = dPotreba - dNabidka

.Cells(x, 4).Value = 0

.Cells(x, 6).Value = dNabidka

.Cells(x, 6).NumberFormat = "#,##0.00"

End If

*'vyhledání všech záznamů (obcí) ve sloupci S1 odpovídající názvem právě zpracované instanci a aktualizace její hodnoty ve sloupci S2 na právě vypočtenou hodnotu (redukce hodnoty o množství již obdržené energie).*

For y = 1 To .Rows.Count

*'aktualizace hodnot ve všech relevantních polích*

If .Cells(x, 1) = .Cells(y, 1) And dPotreba = .Cells(y, 2) Then

If dPotreba &lt; dNabidka Or dPotreba = dNabidka Then

.Cells(y, 2).Value = 0

Else

.Cells(y, 2).Value = dPotreba - dNabidka

End If

End If

Next

*'vyhledání všech záznamů (obcí) ve sloupci S3 odpovídající názvem právě zpracované instanci a aktualizace její hodnoty ve sloupci S4 na právě vypočtenou hodnotu (redukce hodnoty o množství již poskytnuté energie).*

For y = 1 To .Rows.Count

*'aktualizace hodnot ve všech relevantních polích*

If .Cells(x, 3) = .Cells(y, 3) And dNabidka = .Cells(y, 4) Then

If dPotreba &lt; dNabidka Or dPotreba = dNabidka Then

.Cells(y, 4).Value = dNabidka - dPotreba

Else

.Cells(y, 4).Value = 0

End If

End If

Next

End If

Next

End With

End Sub

**Vývojový diagram výpočtu (Autor: Lébl)**

